



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

**“PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGIA EN EL
SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE UNA CLINICA
ODONTOLOGICA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECANICO

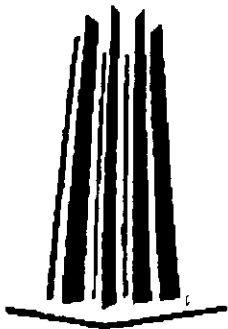
ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

MIGUEL ANGEL / MATA ESCAMILLA

EDUARDO LOPEZ GUERRERO

**ASESOR DE TESIS :
ING. RAUL BARRON VERA**



MEXICO,

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO


Ing. IVÁN MUÑOZ SOLÍS
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 3 de mayo del año en curso, por la que se comunica que los alumnos MIGUEL ÁNGEL MATA ESCAMILLA y EDUARDO LÓPEZ GUERRERO, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE UNA CLÍNICA ODONTOLÓGICA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 3 de mayo del 2000
EL SECRETARIO


Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR/VSR/vr


**PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGIA EN EL
SISTEMA DE ILUMINACION DE UNA CLINICA
ODONTOLOGICA**

Señor

No te pido una carga más ligera,
sino una espalda más fuerte.

*Ya que no hay premio sin victoria;
ni victoria, sin lucha y si actúo con rectitud,
tu estarás conmigo.*

*Si tu me acompañas, no puedo fracasar
solo te pido valor para ser útil para los demás;
puesto que todo mis actos malos o buenos
repercuten en mi vida.*

*Todo acto de bondad, toda oración o sacrificio
toda victoria eleva al mundo y así toda acción mala,
por muy oculta que sea es para la tierra un nuevo dolor.*

*Pensaba escribirte una oración
que naciera desde el fondo de mi alma
y solo puedo decirte...*

Gracias

MIGUEL ANGEL

DEDICATORIAS

A mis papás:

Con todo mi corazón les dedico este trabajo, por el apoyo incondicional que me han dado, no solo en mis días de estudiante, sino en todos los aspectos de mi vida, ya que el esfuerzo conjunto de ambos se ha visto recompensado y han estado ahí cuando más los he necesitado, por esta razón hago patente un sentimiento de agradecimiento: Por su consejos, su paciencia conmigo, su comprensión, pero sobretodo por su amor y cariño; por haberme permitido estudiar ya que la mejor herencia que me pueden dejar es mi carrera que hoy finalizó.

Mis padres:

***Rafaela Escamilla Vázquez
José Alberto Mata García***

A mamá:

Por su espíritu de superación y dedicación a su familia, siempre ha sido un pilar importante en mi vida.

A papá:

Que gracias a su determinación, responsabilidad, sentido de hacer bien las cosas, pero sobretodo por el amor y respeto que le ha brindado y transmitido a su familia, ha forjado en mi los valores como hombre y profesionista.

Los quiere mucho:

Miguel Angel

DEDICATORIAS

A mis hermanos:

Por todo lo que hemos vivido, por todo el empeño que cada uno le hemos dado a nuestras vidas y porque en los momentos difíciles ustedes siempre han sabido apoyarme, aconsejarme y porque le han dado a nuestra familia un valor incalculable, ha ambos les agradezco su apoyo y el haber soportado mi forma de ser.

A Rosa María:

Por tu inteligencia, tu dedicación, tu carácter y el cariño que siempre nos brindas a todos, por la espontaneidad y los ratos tan agradables que hemos pasado juntos, mil gracias hermana por brindarme tu apoyo durante y después de la carrera.

A José Alberto:

Por tu forma tan especial de ser, por tu brillantez y gran humor porque con ello me has dado una forma de ver la vida mas firme y concreta, porque cuando he necesitado de tu ayuda, haz estado siempre en la mejor disposición para ello, gracias por darnos a todos momentos llenos de alegría y de satisfacción.

Gracias por su sinceridad y su cariño

Miguel Angel

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México: Por abrirme las puerta de sus aulas porque ha forjado y perfilado en mi una personalidad.

Al Fideicomiso para el ahorro de energía (F.I.D.E.): Que nos permitió obtener información y que gracias a ello nos llevo a establecer una mejor propuesta, en especial al Ing. Alejandro Rueda Aibino; compañero universitario, que nos brindó parte de su tiempo para la realización del criterio del ahorro de energía que maneja esta dependencia y que se aplicó al trabajo que hoy concluimos.

A la Secretaria de Energía, Minas e Industrias Paraestatales: que nos permitió llegar a manejar mejor la situación que prevalece en nuestro país en cuestión de la electricidad y por el apoyo brindado cuando así lo necesitamos.

Al Programa Universitario de Energía (P.U.E.): Que estableció un vínculo extraordinario para que los pasantes de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, nos pudiéramos unir al esfuerzo que esta dependencia realiza y otorgarnos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de tesis. En especial a los compañeros: José Luis Hernández Valeria y Jorge Insunza.

Al maestro: Que siempre ha transmitido lo mejor de sí, que han llevado por buen camino a diversas generaciones y que han dedicado su tiempo en mi formación y superación.

Al Ing. Raúl Barrón Vera: Por darnos la orientación adecuada para que este trabajo llegará a su buen termino, y por la gran disposición que siempre tuvo para encausarlo.

AGRADECIMIENTOS

A mis amigos: Por apoyarme en las buenas y en las malas, que respetan mi forma de pensar y que siempre me han demostrado su amistad.

A Eduardo López Guerrero: Por tu gran sencillez, por incrementar mi espíritu con el creador y por llevar a buen termino este trabajo y por animarme a seguir adelante siempre.

A Felipe Nanco: Por ser mi gran amigo, porque siempre se ha preocupado no solo por mí, sino que también por mi familia, gracias por tener el gusto de recibir satisfacciones personales, laborales y escolares.

A Víctor Manuel, a Nacho, Rodolfo, Chente, A los grandes amigos con los que compartí grandes momentos y que ahora, que cada uno ha realizado su vida, les agradezco su sinceridad, su amistad y compañerismo

A Carlos, Elizabeth, Martha, Laura, Vicente, Armando, Roberto. Que hemos consolidado una gran amistad y que gracias a ellos seguimos compartiendo una gran comunicación, esperando que lo sigamos realizando.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera se han visto involucradas, para que este trabajo llegase a su conclusión.

MIGUEL ANGEL

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más profundos y sinceros agradecimientos a quienes estuvieron conmigo e hicieron posible este sueño.

Primeramente le agradezco a Dios, su amor y bendición para permitirme terminar este trabajo. Para darme las fuerzas y poner a mi lado tantas personas que me ayudaron.

Gracias a mi amada esposa Celene, por su amor y amistad por ser mi complemento, apoyo, por animarme e inspirarme.

A mis increíbles hijos: Josué, Shaden y Sebastián, por su cariño y confianza porque con su ternura me dieron las fuerzas para lograrlo.

A mis queridos padres, por amarme y darme todos los medios para estudiar, por su sacrificio y entrega incondicional.

A mis hermanos: Carmen, Irma, Armando, Manuel, Martha y Moisés, por su apoyo, ejemplo de trabajo y dedicación.

A mí amigo y compañero de tesis Miguel Angel Mata Escamilla, por su trabajo constante, su paciencia y su apoyo. Porque ahora juntos podemos lograr una de nuestras metas, pero sobre todo por ser un gran amigo.

A nuestro asesor Ing. Raúl Barrón Vera, por su dirección, ayuda y consejos.

A la U.N.A.M. y especialmente a la E.N.E.P. "Aragón", a mis maestros y compañeros.

Al F.I.D.E. y en especial al Ing. Alejandro Rueda Albino, compañero de escuela, por su ayuda y apoyo.

EDUARDO LÓPEZ GUERRERO.

CONTENIDO.

PROLOGO.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPITULO I GENERALIDADES	
I.1. ANTECEDENTES.....	5
I.2. EL AHORRO DE ENERGÍA EN MÉXICO.....	7
I.2.1. ESTADÍSTICAS.....	9
I.2.2. PROGRAMAS A FUTURO.....	15
I.3. LA NORMA OFICIAL MEXICANA EN EL AHORRO DE ENERGÍA.....	17
 II.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	
II.1. TERMINOLOGÍA Y UNIDADES DE MEDICIÓN	
II.1.1. FLUJO LUMINOSO.....	24
II.1.2. EFICACIA LUMINOSA O RENDIMIENTO LUMINOSO.....	24
II.1.3. ENERGÍA LUMINOSA O CANTIDAD DE LUZ.....	25
II.1.4. INTENSIDAD LUMINOSA.....	27
II.1.5. DISTRIBUCIÓN LUMINOSA. CURVA FOTOMETRICA.....	27
II.1.6. ILUMINANCIA.....	28
II.1.7. LUMINANCIA.....	29
II.1.8. SISTEMAS DE UNIDADES.....	31
II.2. LAMPARAS	
II.2.1. DEFINICIÓN.....	35
II.2.2. LAMPARAS INCANDESCENTES.....	36
II.2.2.1. COMPONENTES.....	37
II.2.2.2. TIPOS DE LAMPARAS INCANDESCENTES.....	39
II.2.2.2.1. INCANDESCENTES CONVENCIONALES.....	39
II.2.2.2.2. INCANDESCENTES HALÓGENAS.....	40
II.2.2.2.3. INCANDESCENTES ESPECIALES.....	42
II.2.3. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A BAJA PRESIÓN (FLUORESCENTES).....	43
II.2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.....	43

II.2.3.2. TIPOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES.....	45
II.2.4. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO ALTA PRESIÓN.....	49
II.2.4.1. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.....	50
II.2.4.2. LAMPARAS DE LUZ MEZCLA.....	52
II.2.4.3. LAMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS.....	53
II.2.5. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESIÓN.....	57
II.2.6. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN.....	59
II.2.7. OTROS TIPOS DE LAMPARAS.....	61
II.3. COMPONENTES DE LAS LUMINARIAS	
II.3.1. DEFINICIÓN.....	64
II.3.2. REFLECTORES.....	66
II.3.3. DIFUSORES.....	70
II.4. TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE LOS LUMINARIOS	
II.4.1. CLASIFICACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE LUZ.....	70
II.4.2. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE MONTAJE.....	73
II.4.3. CLASIFICACIÓN POR FUNCIÓN O NOMBRE TRADICIONAL.....	74
II.4.4. CLASIFICACIÓN POR SU FORMA.....	75
II.4.5. CLASIFICACIÓN POR EL TIPO DE COMPONENTE.....	76
II.5. MÉTODOS DE ILUMINACIÓN	
II.5.1. TIPOS DE CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN.....	77
II.5.2. MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL.....	79
II.6. CONTACTOS Y RECEPTÁCULOS.....	84
II.7. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	
II.7.1. PROTECCIONES EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	89
II.8. SISTEMAS DE TIERRAS.....	93
III.- ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS	
III.1. PLANO DE UBICACIÓN.....	100
III.2. PLANOS DE LUMINARIAS EN LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA	
III.2.1. PLANTA BAJA.....	103
III.2.2. PRIMER NIVEL.....	105
III.2.3. REFLECTORES.....	107

III.3. PLANOS DE CONTACTOS EN LA CLINICA ODONTOLÓGICA	
III.3.1. PLANTA BAJA.....	109
III.3.2. PRIMER NIVEL.....	111
III.4. CENTROS DE CARGAS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA	
III.4.1. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE	
DEL TABLERO NO. 1	113
III.4.2. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE	
DEL TABLERO NO. 2	115
III.4.3. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE	
DEL TABLERO NO. 3	117
III.4.4. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE	
DEL TABLERO NO. 4	119
III.5. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS Y CONTACTOS.....	121
III.6. DIAGRAMA UNIFILAR	123
III.7. CONSIDERACIONES GENERALES.....	124
IV.- PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA	
IV.1. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	128
IV.1.1. LÁMPARAS AHORRADORAS DE ENERGÍA.....	130
IV.1.1.1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN FLUORESCENTE.....	130
IV.1.1.2. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE ALTA INTENSIDAD DE	
DESCARGA (HID).....	132
IV.1.1.3. ÚLTIMAS INNOVACIONES.....	133
IV.1.2. BALASTROS AHORRADORES DE ENERGÍA.....	134
IV.1.2.1. BALASTROS AHORRADORES PARA LÁMPARAS	
FLUORESCENTES	134
IV.1.2.2. BALASTROS PARA LÁMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE	
DESCARGA (HID)	136
IV.1.3. REFLECTORES ESPECULARES COMO PROMOTORES DEL AHORRO DE	
ENERGÍA.....	137
IV.1.4. SENSORES DE PRESENCIA.....	137
IV.1.4.1. DETECTORES DE PRESENCIA DE INFRARROJOS	
PASIVOS (PIR).....	138
IV.1.4.2. SENSORES DE PRESENCIA ULTRASÓNICOS.....	141
IV.1.4.3. SENSORES DE PRESENCIA CON TECNOLOGÍA DUAL.....	144
IV.1.5. TIMERS, CRONOSWITCH Y TABLEROS AHORRADORES DE ENERGÍA.....	146

<i>IV.2. PROYECTO DE AHORRO DE ENERGÍA</i>	
<i>IV.2.1. DIAGNÓSTICO.....</i>	150
<i> IV.2.1.1. DATOS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.....</i>	154
<i>IV.2.2. EVALUACIÓN.....</i>	166
<i>IV.2.3. ACCIONES CORRECTIVAS.....</i>	167
<i>IV.3. PLANOS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA CON ELEMENTOS AHORRADORES DE ENERGÍA.....</i>	170
<i>CONCLUSIONES.....</i>	172
<i>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</i>	I
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	

P R O L O G O

El ahorro y uso eficiente de la energía constituye uno de los enfoques primordiales a nivel nacional e internacional. En México se han creado diversos programas para el mejoramiento de la eficiencia energética, además de organismos que trabajan en impulsar programas para el ahorro energético, como ejemplo la CONAE.

El problema de la energía es amplio y con muchas facetas. Su planteamiento correcto, su manejo cotidiano a corto plazo y su solución futura, son responsabilidad de todos los sectores públicos y privados, en mayor o menor medida.

Ha sido una ocupación primordial en la U.N.A.M. el ahorro de energía, por lo que fue creado el Programa Universitario de energía (P.U.E.), en donde se aborda esta preocupación desde el punto de vista de la reeducación del usuario, para que no se de el desperdicio de la energía, dejando encendidas áreas fuera de uso, iluminando pasillos exteriores en horas diurnas, con investigaciones sobre la eficiencia de la iluminación actual, su factor de utilización, la densidad de potencia, etc.

El programa Universitario de Energía (P.U.E.) fue creado por acuerdo del rector el 2 de Agosto de 1982, al considerar que era una tarea fundamental de la Universidad vincular el trabajo académico con las necesidades presentes y futuras del país, ya que por razones sociales, económicas y de soberanía nacional, el problema de la energía resulta prioritario para nuestro país.

Dando a este programa atribuciones como la de efectuar censos de programas y proyectos existentes en la U.N.A.M. y fuera de ella, relacionadas con la energía. Evaluar necesidades de apoyo de programas y proyectos existentes de la Universidad. Identificar programas interdisciplinarios y mecanismos para iniciar nuevos proyectos, entre otras atribuciones.

Dentro del P.U.E. uno de los subprogramas más relevantes es el de proyectos especiales del cual destaca: "**La U.N.A.M.; Un modelo nacional de eficiencia energética**". Cuyo objetivo es racionalizar los consumos energéticos de la Universidad; además de investigar, desarrollar y demostrar formas novedosas, es pionera de suministrar y utilizar la energía con el menor impacto en el medio ambiente, fomentar una cultura de racionalidad energético - ambiental.

La U.N.A.M. tiene un consumo entre todas las dependencias que la integran superior a los 6 800 000 KW Hr. y su facturación mensualmente es de mas de N\$ 1 700 000. 00. El consumo de energía eléctrica esta conformado en forma importante por el alumbrado, que es el mayor porcentaje de la carga total instalada. Su factor de utilización actual es superior al factor de utilización de las instalaciones de fuerza y contactos para equipos diversos. Se identificaron dos posibilidades para el desarrollo del estudio:

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

Prologo

a).- Optimizar el sistema de alumbrado existente

b).- Desarrollar un análisis particular por edificio y área que asegure un sistema de alumbrado de alta eficiencia y confort adecuado.

Las dependencias universitarias que incluye este estudio son las 9 preparatorias, los 5 Colegios de Ciencias y humanidades, las 4 F.E.S. y E.N.E.P.'s, excepto la E.N.E.P. Acatlán que ya fue adecuada de acuerdo a los criterios del P.U.E., la escuela Nacional de Música, los 19 consultorios odontológicos, 7 unidades médicas de atención integral, la Escuela Nacional de Enfermería y Ciudad Universitaria, a excepción, del circuito cultural, el estadio olímpico y el Museo Universitario de Ciencias y Artes (M.U.C.A.).

Los inmuebles históricos tales como el palacio de minería y el palacio de medicina no están incluidos en este universo por las condiciones particulares de su arquitectura, que demandaría un estudio mucho más profundo y específico a cada uno de ellos, el cuál se desarrollará posteriormente.

Sin embargo se está abarcando el 80 % del total del patrimonio inmobiliario universitario.

Como acción piloto se llevó a cabo en 1992 el diagnóstico energético de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (E.N.E.P.) de Acatlán. Por esto la Comisión Federal de Electricidad, otorgó al P.U.E. el premio nacional de ahorro de energía eléctrica (segundo lugar en la categoría de instituciones educativas) y se obtuvo el apoyo económico del Fideicomiso de apoyo al programa de ahorro de energía del sector eléctrico (F.I.D.E.), para iniciar la readaptación de los sistemas de iluminación en la E.N.E.P.

El P.U.E. esta ahora integrado a la Comisión para el Mejoramiento Ecológico del Campus Universitario creada por el rector, a cargo del proyecto de uso racional de la energía. Se llevan a cabo los diagnósticos energéticos de todas las instalaciones de la U.N.A.M. y se asesora a las Direcciones Generales de Obras y Servicios Generales y de Proveduría, en la planeación del reacondicionamiento de las instalaciones existentes y en el diseño de las nuevas.

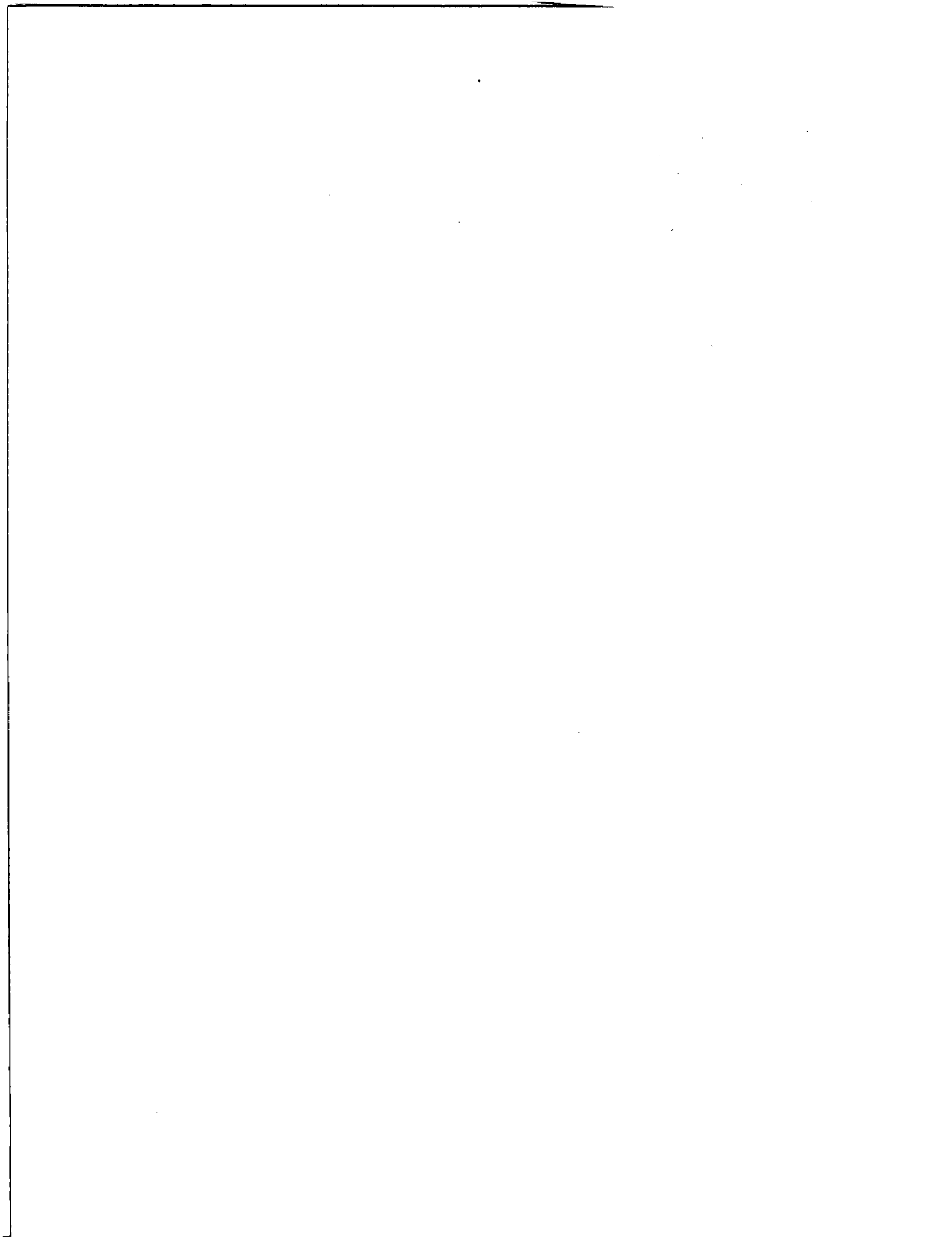
El interés de colaborar en el esfuerzo de la Universidad Nacional Autónoma de México, nos llevó a participar como tesistas en el desarrollo de alguno de sus proyectos que maneja el Programa Universitario de energía, por lo que se nos asignó la Clínica Odontológica "Aragón", para el estudio del reacondicionamiento eléctrico de la misma.

Encontramos en la clínica deficiencias en el sistema eléctrico, partiendo del hecho de que no se contaba con ningún plano eléctrico; además de que se observaban lámparas descompuestas y otras deterioradas, lo que ocasionaba áreas con escasa iluminación, así como también se observó un deficiente control de iluminación, que provoca que existan lámparas encendidas, de los cuales no se requiere su uso en ciertos horarios.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

Prologo

Por las anteriores observaciones se decidió hacer un estudio profundo tanto en el levantamiento eléctrico, como en la propuesta del reacondicionamiento, para lo cual se hicieron diversas consultas a libros, revistas, catálogos de fabricantes, además, de asistir a diversas conferencias referentes al tema y de buscar el apoyo del F.I.D.E.. Todo esto para lograr una propuesta objetiva, útil, económica y eficiente para esta clínica.



I N T R O D U C C I O N

La energía eléctrica es un insumo fundamental en todos los procesos productivos, y es también, para la sociedad en su conjunto, un satisfactor indispensable de su bienestar. México dispone actualmente de una capacidad instalada de 25 millones de Kilowatts, con lo que obtiene una producción de 105 millones de kilowatts-hora por año, para atender a 15 millones de usuarios. La capacidad de generación de energía eléctrica, es comparable a la de algunos países de ingreso medio, lo que constituye un indicador del desarrollo alcanzado. El continuo aumento en la capacidad significa inversiones enormes para el país; Inversiones de tal cuantía en el sector eléctrico, limitarían la capacidad del estado para atender otras necesidades.

La energía en el país no se aprovecha cabalmente existen cuantiosos desperdicios, así como de usos inadecuados o ineficientes de instalaciones y aparatos. La necesidad de buscar soluciones para el uso racional de la energía eléctrica a llevado a crear una conciencia de las empresas, instituciones, gobierno y de la población en general para configurar y llevar a cabo proyectos para el ahorro y uso eficiente de la electricidad. No obstante, la mayor responsabilidad en esta tarea, descansa en la industria y en el propio sector eléctrico, en quienes se revertirá la mayor proporción de los beneficios del ahorro. El establecimiento en México de un programa de ahorro de energía en la industria depende del interés pleno y del esfuerzo de las personas que ocupan los altos niveles directivos, así como las políticas formuladas por la compañías encaminadas tanto al ahorro de energía como al ahorro monetario.

La producción de la luz es una de las formas menos eficientes de transformación de la electricidad. El rendimiento en la iluminación varía de unos pocos por ciento en lámparas incandescentes a menos del 75 % en las fuentes de luz más eficientes.

Existe por lo tanto un gran potencial de mejora del rendimiento, con importantes repercusiones en el ahorro de energía y medio ambientales. En el campo de la iluminación se han producido importantes avances tecnológicos en los últimos años, habiéndose aumentado sensiblemente el rendimiento de las lámparas y reducido sus costos.

El ahorro y uso eficiente de la energía constituye un elemento primordial para la mitigación de impactos ambientales, desde los locales como la contaminación del aire en las zonas urbanas hasta los globales como puede ser el cambio climático consecuente a la emisión de gases de invernadero y por lo mismo ahorro y uso eficiente, constituyen una prioridad para que el país cumpla con los compromisos que surgen de haber suscrito la convención sobre cambio climático, el tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá y el ingreso a la O.C.D.E.

La Universidad Nacional Autónoma de México como relevante institución pública de educación superior que es, no podía ignorar esta problemática al igual que otras de

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

importancia para el país. Son muchas las acciones con que sus escuelas, facultades, institutos y centros han incidido en ellas. Sin embargo para movilizar aún más la capacidad universitaria en la atención de áreas prioritarias se han creado los Programas Universitarios, entre los cuales esta el Programa Universitario de energía (P.U.E.).

Con base a la necesidad actual planteada; reducir costos y aumentar rendimientos, uno de los objetivos del Programa Universitario de Energía, fue actualizar los planos eléctricos de las dependencias universitarias y proponer mejoras en sus instalaciones eléctricas. Este programa brindó la oportunidad a alumnos pasantes de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica para realizar proyectos de tesis.

Los coordinadores de la actualización, de los planos eléctricos de la U.N.A.M., nos asignaron la Clínica Odontológica "Aragón", debido a que no contaba con planos eléctricos y arquitectónicos, estos fueron realizados y se muestran en uno de los capítulos, además, que es un edificio que presenta diferentes áreas funcionales y por consiguiente diversas necesidades en su iluminación; lo que nos llevaría a un estudio más amplio de las condiciones actuales, así como de la propuesta planteada, teniendo con ello un mejor aprovechamiento y enriquecimiento de nuestros conocimientos en el campo de la iluminación.

El trabajo presenta las propuestas de la clínica odontológica Aragón y pretende utilizar las nuevas tecnologías que actualmente existen para encontrar un mejor ahorro en el sistema de iluminación de dicha clínica; para ello se ha dividido en cuatro capítulos, en los cuales se desea establecer amplios criterios a nivel ingeniería. Comenzando con el capítulo número uno en el que se establece el tema del ahorro de energía en nuestro país, que avances existen en este rubro, así como también algunas estadísticas en esta industria.

Una descripción mas detallada de lo que son los sistemas de iluminación se realiza en el capítulo segundo así como también se incluyen conceptos complementarios que actualmente se están utilizando en los sistemas de iluminación; como son las diferentes luminarias que hoy existen en el mercado para ahorrar niveles importantes de energía. Este trabajo esta además sustentado en las propuestas de la norma oficial mexicana referente a las instalaciones eléctricas en su párrafo Iluminación en clínicas dentales.

Se lleva a cabo el levantamiento eléctrico de la clínica en el capítulo tercero, así como un estudio y descripción de las características de iluminación de esta clínica, su cuadro de cargas, el diagrama unifilar, su desbalance teórico máximo, etc. Este capítulo nos sirve para iniciar y preparar los planos que nos ayudaran a presentar una mejor propuesta en el sistema de iluminación.

La investigación incluye en su capítulo cuarto, una descripción de algunos elementos que ya emplean las nuevas tecnologías para el ahorro de energía, en los sistemas de iluminación, abarcando posteriormente la propuesta que se realiza a la clínica y que es el tema principal de este trabajo. Añadiendo una tabla de los precios y el costo de la instalación de los elementos si se llevara a cabo la propuesta.

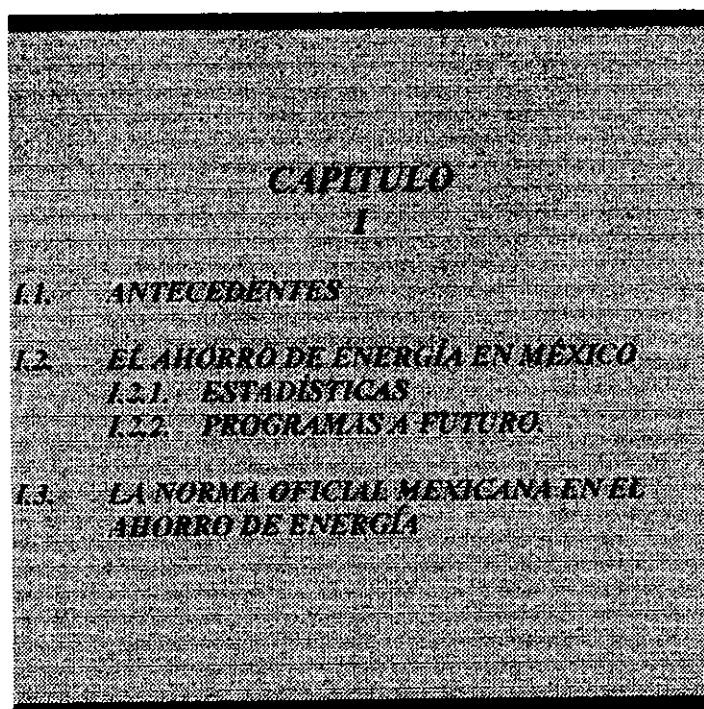
Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

Se incluye también un avance de las tendencias en los sistemas de iluminación así como algunos criterios para evaluar la propuesta que se realiza a la clínica desde el punto de vista económico, determinando su rentabilidad. Estos criterios están sustentados en las normas que maneja el Fideicomiso para el ahorro de energía (FIDE), se muestra y se explica el procedimiento que maneja este organismo para determinar una inversión con elementos ahorradores de energía, para que una empresa conozca el presupuesto que se llevaría a cabo por parte de personal calificado.

Para cumplir con el propósito de este trabajo de tesis; se procura, de la manera más profesional posible desarrollar los planos del levantamiento eléctrico manejando paquetería de software como es el Autocad 12 y 14, hacer un diagnóstico de la problemática que actualmente tiene la clínica odontológica "Aragón" y principalmente desarrollar cabalmente un proyecto del reacondicionamiento del sistema de iluminación de este edificio. De tal manera si se desea aplicarlo se estará sustentando en un análisis previo de su instalación eléctrica y principalmente se emplea la información de una institución que tiene un prestigio y que se dedica especialmente al ahorro de energía a nivel nacional como es el Fideicomiso de Ahorro de energía, (F.I.D.E.) ya que se acudió a sus instalaciones para que nos asesoraran y plantear mejor la propuesta.

GENERALIDADES



CAPITULO
I

1.1. ANTECEDENTES

1.2. EL AHORRO DE ENERGÍA EN MÉXICO
1.2.1. ESTADÍSTICAS
1.2.2. PROGRAMAS A FUTURO.

1.3. LA NORMA OFICIAL MEXICANA EN EL AHORRO DE ENERGÍA

I.- GENERALIDADES.

I.1.- ANTECEDENTES.

En el mundo que vivimos, la energía eléctrica es una realidad cotidiana que, en algunos casos de manera casi desapercibida, interviene en muchas de nuestras actividades habituales, ya sea produciendo movimiento, calor y frío, o facilitando la comunicación, el tratamiento de información y desarrollo tecnológico, o sencillamente, y no por ello menos trascendente, generando luz.

La luz eléctrica nos viene acompañando desde finales del siglo pasado y en todo este tiempo ha alumbrado un nuevo modo de vida. La importancia de los efectos energéticos de la iluminación puede hoy en día cuantificarse, ya que es la segunda aplicación eléctrica más utilizada, con un 17 % de la demanda total, de acuerdo a la Agencia Internacional de la energía; por lo que las medidas de mejora de eficiencia que se adopten pueden producir un ahorro energético considerable.

Durante las pasadas décadas de los setenta y los ochenta, a raíz de la convulsión del panorama energético mundial, el sector de la iluminación a desarrollado un ingente esfuerzo para producir fuentes de luz energéticamente eficaces e impulsar, mediante el lanzamiento de nuevos productos, un dinamismo adicional a un mercado caracterizado por la participación de un gran número de agentes (fabricantes, comercializadores, diseñadores, instaladores, empresas eléctricas, instituciones, consumidores, etc.), implicados en la introducción de nuevos equipos de alumbrado en los distintos sectores (residencial, terciario, industrial, agrícola y público).

La eficiencia energética de la iluminación no depende exclusivamente de la fuente de luz y, que, por otra parte, el objetivo principal de un sistema de alumbrado es, precisamente, aportar una iluminación de calidad en cantidad suficiente para resolver una tarea visual con comodidad, para proporcionar seguridad o, bien, para crear un ambiente determinado. Así la calidad de la iluminación y la eficiencia energética de la instalación de alumbrado dependen, necesariamente, del diseño del sistema, entendido éste como la óptima solución capaz de integrar el espacio a iluminar, los requerimientos visuales, la fuente de luz y sus equipos asociados, la luminaria y el sistema de control.

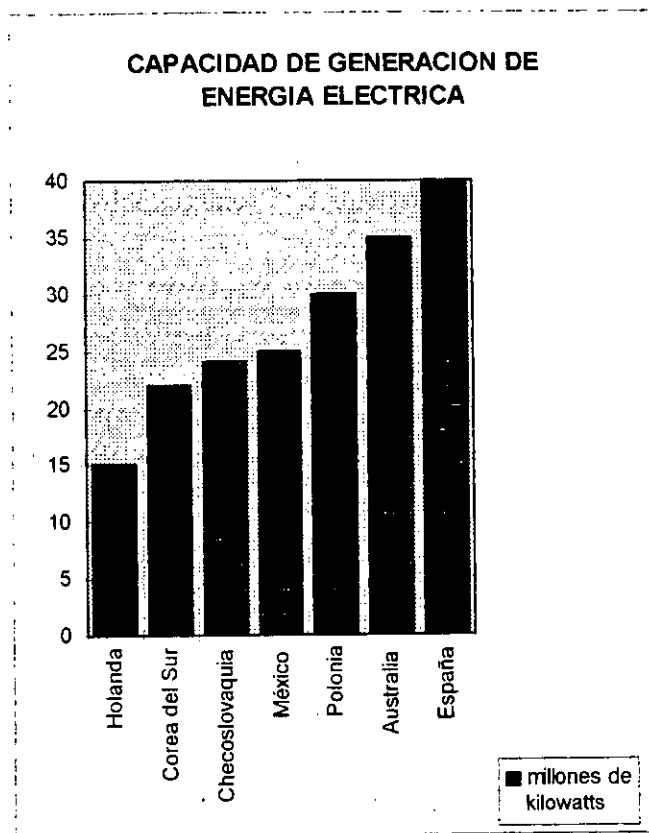
Una razón importante para implantar técnicas de conservación de energía en la industria, es reducir costos de producción disminuyendo el consumo de energía. Existen industrias que han ahorrado de un 15 a 30 % de energía aplicando programas de conservación de energía. Un programa efectivo de conservación de energía puede proporcionar, si no una mayor capacidad de abastecimiento, si permitir abastecer cargas pico del servicio requerido, siendo este problema muy frecuente en la industria. Además, dentro del ámbito nacional, estos programas permiten extender la duración de las fuentes no renovables de energía.

En el sector eléctrico se crean programas y se desarrollan planes para el mejoramiento de la eficiencia energética y satisfacer los requerimientos que el mercado demanda a las grandes

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

empresas de energía en el territorio nacional: la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y PEMEX, así como la Compañía de Luz y Fuerza del centro. Llevan a cabo estas acciones.



GRAFICA 1.1

Una de las medidas que se lleva a cabo es lo acontecido durante 1996 con la implantación del horario de verano, que por primera ocasión se utilizó a nivel nacional; este programa promovido por la Comisión Federal de Electricidad intenta tener resultados incluyendo programas incentivos, apoyados por intensos programas de difusión y capacitación, mismos que han permitido penetrar en los diferentes sectores consumidores de este recurso y promover la activa participación de los niveles de decisión y operativos de empresas y organismos consumidores de energía eléctrica, así como de los usuarios domésticos.

Existen organismos que trabajan en impulsar programas en el ahorro de energía como son: la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), creada por el gobierno federal en Septiembre de 1989, en las que participan 7 Secretarías de Estado, el D.D.F., PEMEX y C.F.E.. A su vez el sector eléctrico integra en Enero de 1990 su programa de ahorro de Energía denominado Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE). En respuesta de la Comisión Federal de Electricidad, las empresas más directamente involucradas en la producción y consumo de electricidad y las Cámaras que lo representan y autoridades del sector se crea un FIDEICOMISO DE APOYO AL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA DEL SECTOR ELÉCTRICO (FIDE), en el cuál participa la propia Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.).

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

1.- Generalidades

Con la S.E.P. y CONAE, se trabaja en la introducción de conceptos ahorradores de energía en el sector educativo, desde la escuela primaria, hasta las instituciones de educación superior. Además la C.F.E., creó el Premio Nacional de Ahorro de Energía para incentivar a industrias e instituciones a aplicar programas ahorradores de energía.

En el fideicomiso participan todos los sectores -público, social y privado, aborda aquellas áreas del programa de ahorro de energía que impliquen un beneficio de carácter social o colectivo, en forma paralela y complementaria a la acción de la Comisión Federal de Electricidad en la materia.

El FIDE participa en 1996 en establecer la normalización en conceptos y criterios orientados al uso racional de la energía eléctrica en equipos, sistemas, edificaciones e instalaciones eléctricas. Se formula por parte de este fideicomiso especificaciones aplicables a lámparas fluorescentes, lamparas de vapor de sodio en alta presión, lamparas fluorescentes lineales y balastos para lámparas de vapor a alta presión; con ello se logra la aplicación del sello FIDE a productos cuyas características de calidad en el ahorro de energía son merecedores a portarlo.

En materia de normalización, se está trabajando en la revisión y adaptación de los reglamentos de construcción en ciudades con climas extremoso y se esta concertando con SECOFI la incorporación en las normas para instalaciones eléctricas, de conceptos e innovaciones tendientes a lograr una mayor eficiencia energética en las nuevas construcciones

El ahorro de energía habrá de adquirir sentido en la medida en que se incorpore un número cada vez mayor de actores sociales, desde las empresas, grupos organizados y a la población en general, ya que su participación en el ahorro y uso racional de la energía tendrá un enorme significado: liberar recursos a fin de propiciar la mayor industrialización del país y hacer posible el acceso a mejores niveles de bienestar para todos los mexicanos.

1.2. EL AHORRO DE ENERGÍA EN MÉXICO.

México satisface sus requerimientos de energía primaria básicamente con hidrocarburos, ya que estos constituyen cerca del 83 por ciento de la oferta nacional de energía primaria y poco más del 80 por ciento del consumo de energía final, básicamente bajo la forma de combustible.

Actualmente el total de la energía primaria que se consume en el territorio nacional esta constituida por los hidrocarburos en 82.9 por ciento; el carbón mineral en 3.7; la electricidad (con base en energía nuclear, geotérmica, eólica e hidráulica) en 7.5 y la llamada biomasa que comprende el bagazo de caña y la leña utilizada extensamente por el sector doméstico rural en 1.5 y 4.4 por ciento respectivamente.

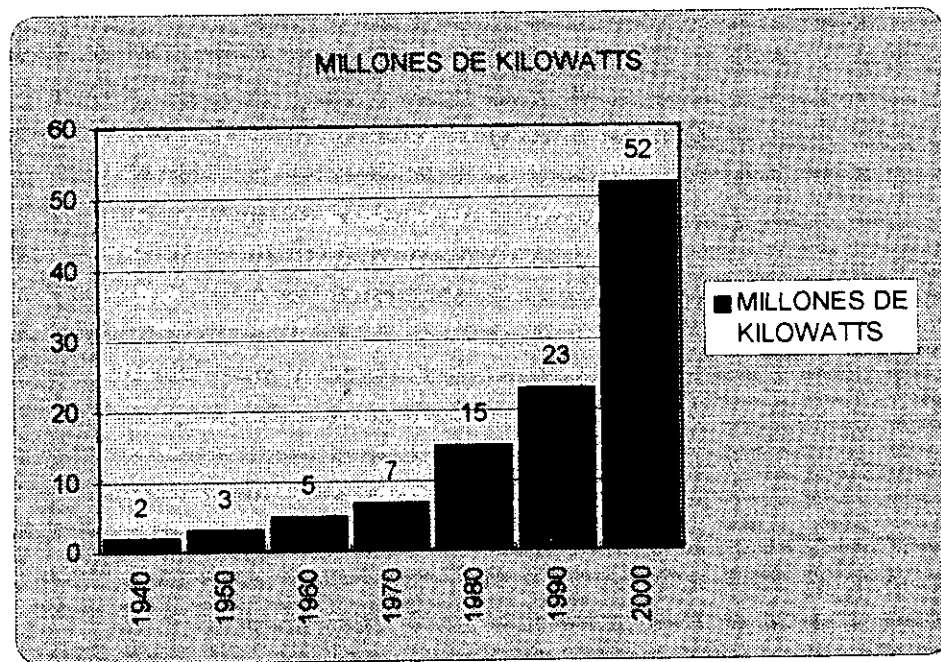
Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

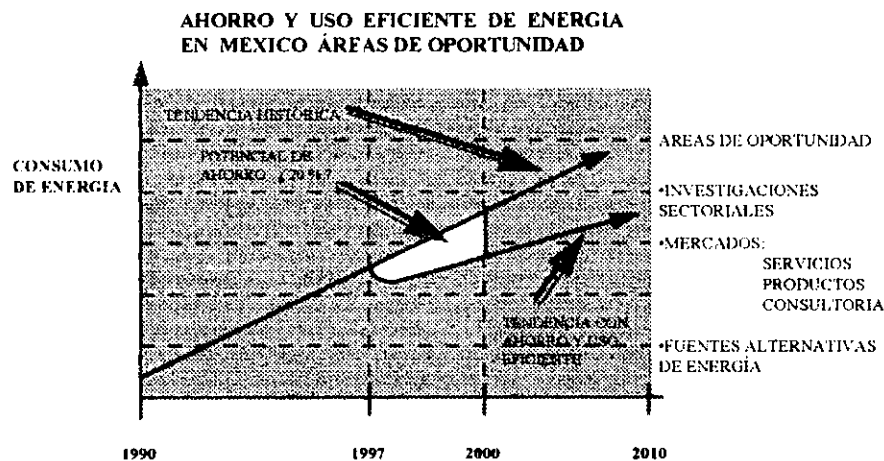
En el sector eléctrico y de acuerdo a la C.F.E., la demanda de energía eléctrica crecerá de 115.2 Terawatts - hora (Twh) en 1995 a 146.4 Twh en el año 2000. Para satisfacer estos requerimientos, la C.F.E. ha estimado que de 1995 a 2000 se deberán agregar 6,036 Megawatts (MW) a la capacidad instalada de 1994 (31,649 MW). De esta capacidad adicional, el 67 por ciento (4008 MW) se encuentra comprometido o en proceso de construcción por la misma C.F.E. (Gráfica 1.2).

En el "Programa Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica, elaborado por el FIDE y el PAESE, para el período 1995-2000 se han definido potenciales teóricos de ahorro en distintos ámbitos que hacia el año 2000 alcanzarán, 12,697 Gigawatts - hora (Gwh) de consumo anual y una reducción de la capacidad instalada necesaria de 2,283 MW (Gráfica 1.3).

Sin embargo, aunque se lleven a cabo programas para reducir pérdidas en la transmisión y distribución, la implantación del horario de verano, proyectos de los gobiernos estatales, políticas de racionalización del consumo en instalaciones del gobierno federal, sistemas de incentivos, el FIDE y el PAESE plantea alcances que los que ofrece las metas teóricas; estas son alrededor de 8,051 Gwh anuales de ahorro en el consumo y de 1,436 MW de capacidad instalada para el año 2000.



GRÁFICA 1.2



GRÁFICA 1.3

Hasta ahora, sólo se puede afirmar que el potencial de ahorro de energía en México representa un valor mínimo de 20 por ciento del consumo total del país. Al hacer una estimación de ese valor se concluye que puede ser superior a los 3 millones de dólares anuales cuando se equipara el valor del petróleo crudo en el mercado internacional.

1.2.1. ESTADÍSTICAS.

En 1995, la producción de energía primaria y secundaria en México fue de 1, 398.1 millones de barriles equivalentes de petróleo (bep), Fig. 1.1.

En 1996 la producción primaria de energía creció 9.6 por ciento con respecto a 1995, siendo los hidrocarburos la principal fuente energética del país, seguidos por la electricidad, evaluada en su equivalente primario de energía, la biomasa y el carbón. No obstante, la participación del gas natural y las fuentes renovables han mantenido el ritmo de crecimiento observado en años anteriores, Fig. 1.2.

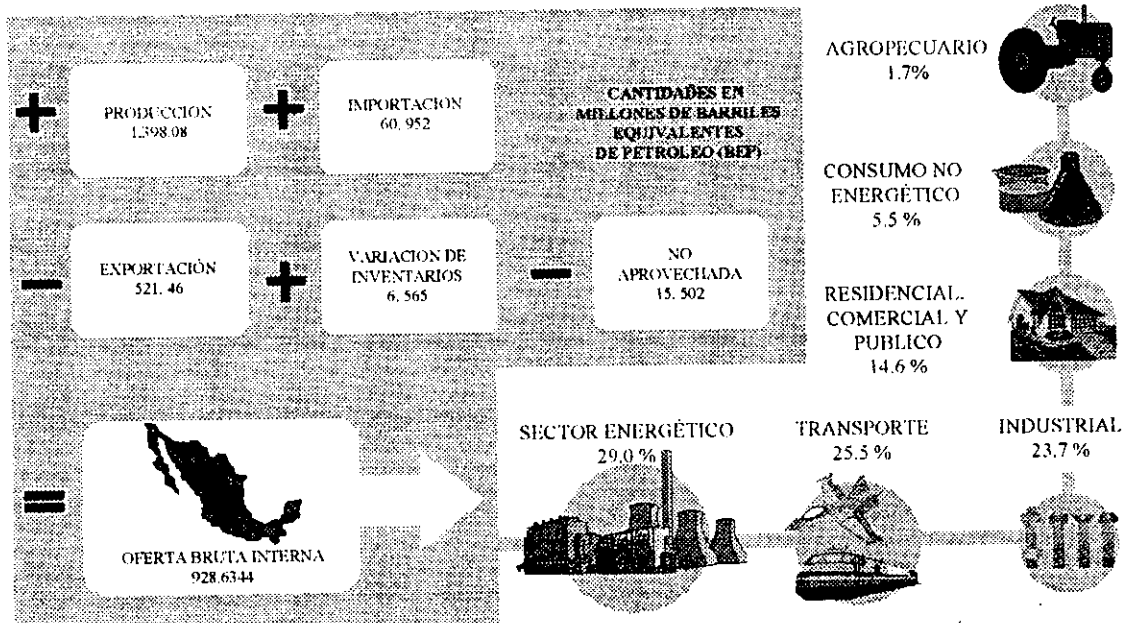
Los centros de transformación mantuvieron en 1996 su eficiencia térmica, definida como la relación entre la energía aprovechada y la suministrada. El sistema nacional de refinación alcanzó una eficiencia de 98.2 por ciento, mientras que la del sistema eléctrico nacional se ubicó en 35.1 por ciento.

El consumo final de energía en los sectores productivos creció un 4.9 por ciento con relación a 1995. El sector industrial aumento su utilización de la energía 8.2 por ciento, el sector agropecuario 7.9 por ciento, el consumo del sector residencial, comercial y público aumento 3.7 por ciento, y el sector transporte creció a un ritmo de 2.6 por ciento. De esta manera destaca el comportamiento del consumo de electricidad en dos sectores, en el transporte se observó un crecimiento de 1.2 por ciento en la utilización de este energético,

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica
I.- Generalidades

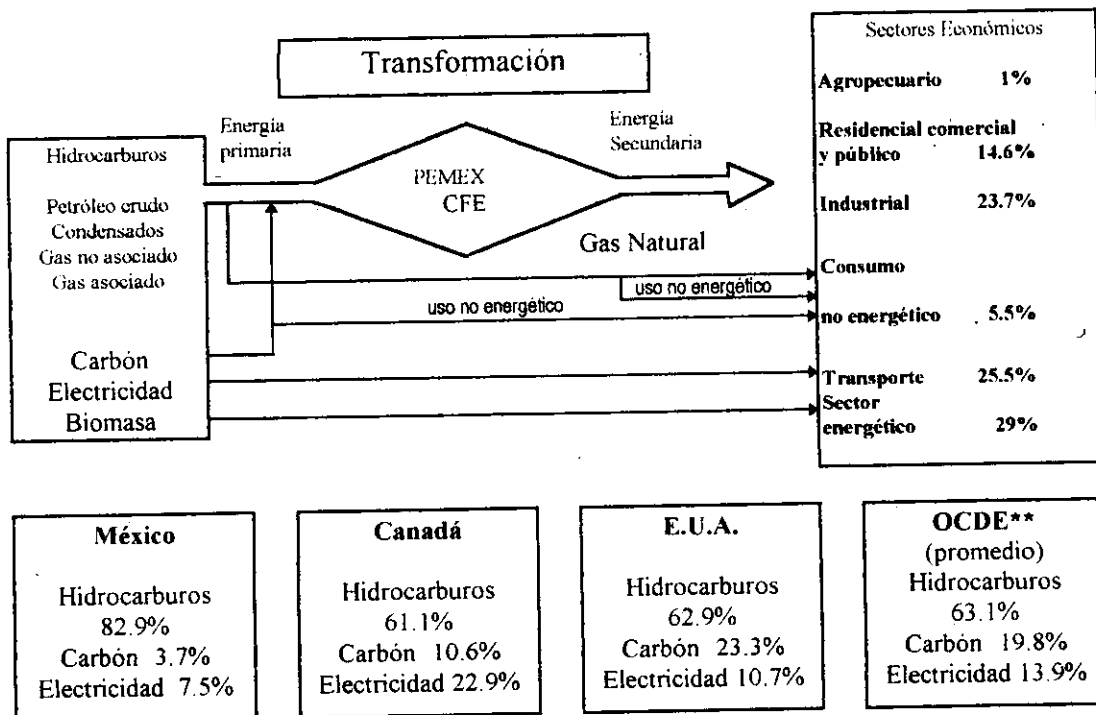
FIGURA 1.1

OFERTA Y (DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA Y SECUNDARIA) EN MÉXICO, (BEP)



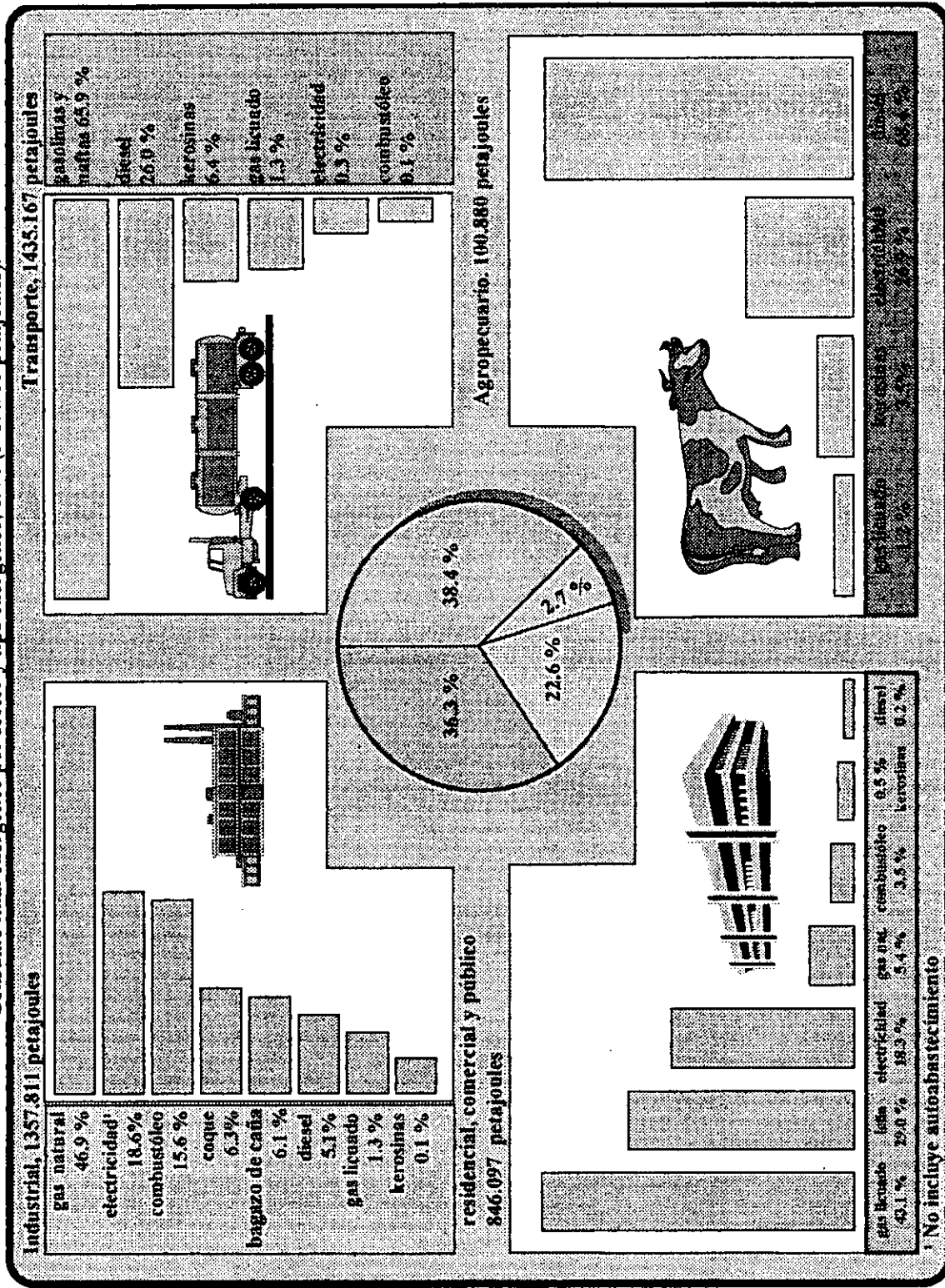
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE CONAE CON BASE EN DATOS DE SECRETARÍA DE ENERGÍA

FIG. 1.2 Balance energético en México y Países relacionados 1995.



** "Organización para la Cooperación y desarrollo económico"

FIG. 1.3 Consumo final energético por sector y tipo energético, 1996 (3739.955 petajoules)



Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

por otra parte el sector público disminuyó 4.5 por ciento su consumo de electricidad, al implantar políticas de ahorro de energía y uso eficiente de la energía, Fig. 1.3.

Para el estudio de este punto se considero el Balance Nacional de Energía cuyos indicadores energéticos relevantes en el año de 1996 se resumen de la siguiente manera:

Medida en el consumo nacional de energía y el Producto Interno Bruto (PIB); la intensidad energética en 1996 aumentó 2.3 por ciento con respecto al año de 1995, registrando 4562.2 kilojoules por peso producido. El consumo de energía por habitante aumentó 5.3 por ciento, al pasar de 60.2 a 63.4 millones de kilojoules entre 1995 y 1996.

Los hidrocarburos participaron con 88.9 por ciento de la producción de energía primaria, la electricidad participó con 5.2 por ciento, la biomasa con 3.7 y el carbón con 2.2 por ciento.

La exportación de la energía aumentó 14.0 por ciento, observándose una participación de 95.6 por ciento para el petróleo crudo, mientras que para los productos refinados participaron con 4.3 por ciento y la electricidad con el 0.1 por ciento restante.

En 1996 la producción nacional de energía primaria totalizó 8938.0 petajoules (1 petajoule = $10E15$ Joules). En términos de estructura, los hidrocarburos se mantuvieron como la principal fuente en la producción de energía primaria, aumentando su participación a 88.9 por ciento, debido fundamentalmente al incremento de 20.5 por ciento en la producción de gas no asociado, 12.3 por ciento del gas asociado, así como el aumento de 9.5 por ciento en el petróleo crudo. La producción de la electricidad primaria disminuyó su participación en el total 0.2 puntos porcentuales, para ubicarse en 5.2 por ciento, reflejando un crecimiento moderado de sus fuentes tradicionales: la hidroenergía 13.5 por ciento y la geoenergía 0.5 por ciento. Por el contrario la nucleenergía disminuyó 8.0 por ciento (Tabla 1.1).

Por su parte la energía eólica, que interviene por tercer año consecutivo en la estructura de la producción registro 0.05 %.

Por último se realiza una breve mención de la cantidad de electricidad que el país produjo durante 1996: La hidroenergía participó con 69.1 por ciento de la producción de electricidad primaria, para ubicarse en 322.3 petajoules, la nucleenergía lo hizo con 18.3 por ciento para registrar 85.6 petajoule, mientras que la geoenergía participó con 12.6 por ciento y alcanzó 58.7 petajoules y la energía eólica arrojó 0.05 petajoules.

Como dato adicional, el decremento de 0.7 por ciento en la producción de bagazo de caña provocó que la participación de la biomasa, constituida también por la leña, disminuyera 0.4 puntos porcentuales, para ubicarse en 3.7 por ciento, nivel inferior al registrado por la electricidad primaria.

Finalmente, el incremento de 11.1 por ciento en la producción de carbón provocó que en 1996 su participación fuera de 2.2 por ciento del total (véase figura 1.5).

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica
 I.- Generalidades

Tabla 1.1 producción de energía primaria.

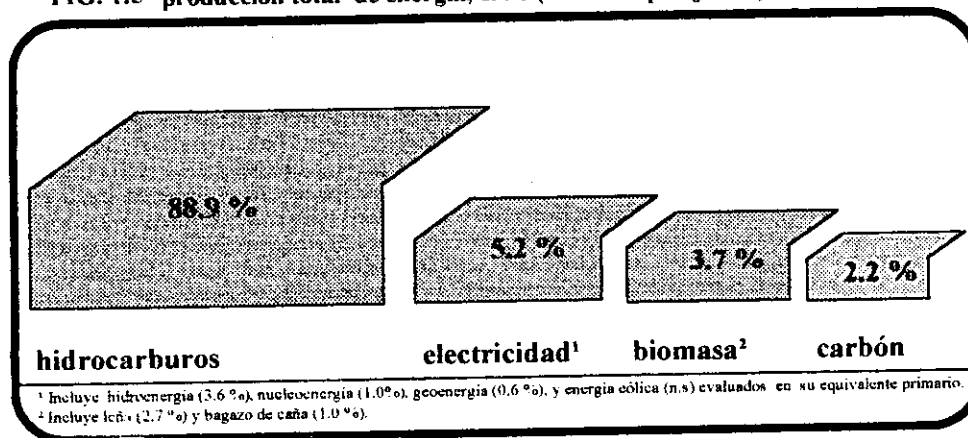
	1995		1996		variación porcentual 1996/1995
	petajoules	%	petajoules	%	
total	8156.033	100	8938.023	100	9.6
carbón	172.707	2.1	191.851	2.2	11.1
hidrocarburos	7216.474	88.4	7946.982	88.9	10.1
petróleo crudo	5554.085	68.1	6079.204	68.0	9.5
condensados	148.713	1.8	148.404	1.7	-0.2
gas no asociado	238.070	2.9	286.885	3.2	20.5
gas asociado	1275.606	15.6	1432.489	16.0	12.3
electricidad	435.379	5.4	466.677	5.2	7.2
nucleoenergía	92.986	1.2	85.581	1.0	-8.0
hidroenergía	283.872	3.5	322.316	3.6	13.5
geoenergía	58.459	0.7	58.729	0.6	0.5
energía eólica	0.062	n.s.	0.051	n.s.	-17.7
biomasa	331.473	4.1	332.513	3.7	0.3
bagazo de caña	87.858	1.1	87.211	1.0	-0.7
leña	243.615	3.0	245.302	2.7	0.7

n.s. = no significativo

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica
I.- Generalidades



FIG. 1.5 producción total de energía, 1996 (8938.023 petajoules).

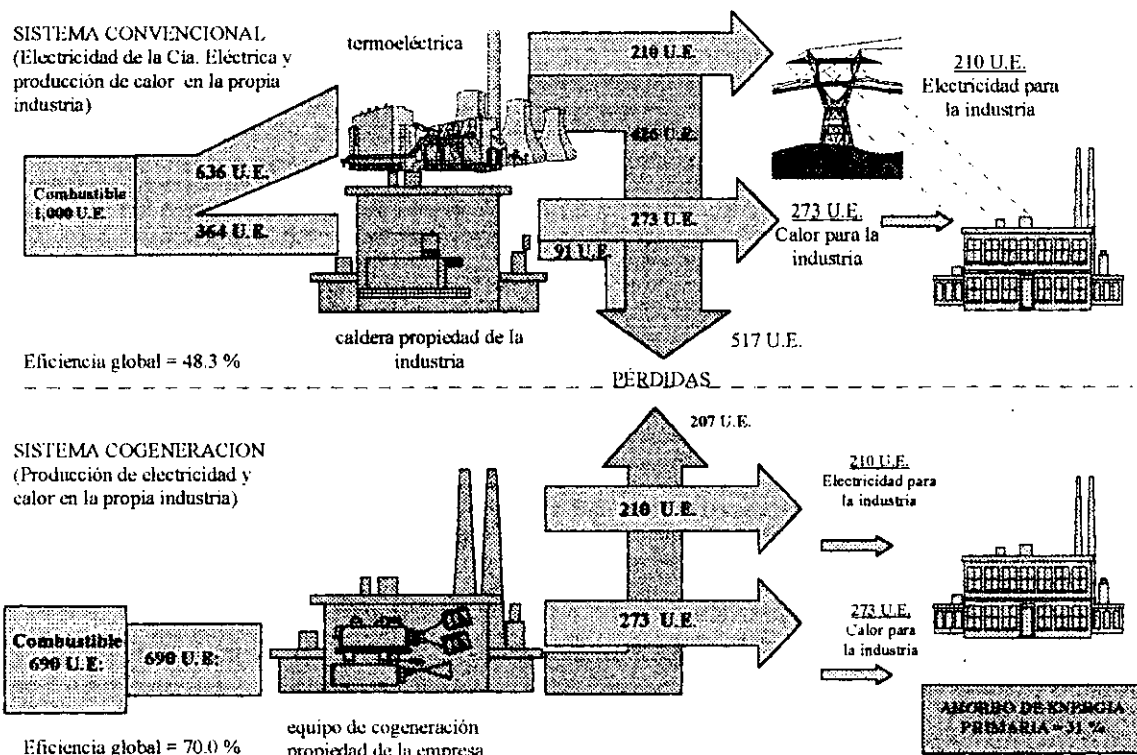


1.2.2. PROGRAMAS A FUTURO.

Con el fin de lograr la máxima eficiencia y satisfacer el crecimiento de la demanda eléctrica, la tendencia actual apunta al diseño de sistemas de cogeneración acotados para satisfacer el ciento por ciento de los requerimientos térmicos de la instalación.

La ventaja comparativa de la cogeneración respecto a los sistemas convencionales de generación de energía eléctrica y térmica a partir de un consumo único de combustible. En las condiciones actuales, para un proyecto de cogeneración que satisface al ciento por ciento de los requerimientos térmicos de una empresa, se tendrá un ahorro de energía primaria del orden de 30 al 35 %.

En el esquema tradicional, la industria consume energía eléctrica proveniente de una planta de generación externa, y energía térmica (generalmente vapor) transformada dentro de la misma planta industrial (en una caldera); al cambiar a un esquema cogenerador, la industria compra combustible, y dentro de sus mismas instalaciones genera electricidad y vapor simultáneamente. Para un mismo nivel de consumo de energía eléctrica y térmica (vapor o agua caliente) el consumo de combustible baja a 690 unidades energéticas por cada 1,000 unidades consumidas anteriormente, lo que representa un ahorro del 31 %, Fig. 1.6.



Nota: Condiciones Internacionales estándar

FIG. 1.6

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

Los proyectos de aprovechamiento de las energías renovables presentan, en general, una viabilidad técnica y económica creciente; la internacionalización de los costos ambientales, que comienza a ser un factor considerando en los análisis de proyectos, favorece esta tendencia, vislumbrándose una expansión en su uso; entre los que se encuentran:

ENERGÍA EÓLICA.— El potencial eoloelectrico probable en la República asciende a 2,830 MW, según el análisis y estudio realizado por la CFE., con una generación anual estimada de 7,500 Gwh. El aprovechamiento de este potencial generaría un ahorro de energía de 2,300 millones de metros cúbicos de gas natural. Se ha detectado un mayor potencial de aprovechamiento eoloelectrico en el Istmo de Tehuantepec, la península de Baja California, el altiplano central y las costas de Oaxaca, Guerrero y Michoacán.

La CONAE continua desarrollando, en colaboración con el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IEE) y el gobierno del Estado de Baja California Sur, un proyecto demostrativo en una comunidad pesquera localizada en bahía Tortugas.

ENERGÍA SOLAR.— El potencial de aprovechamiento de energía solar en México es uno de los más altos del mundo, ya alrededor de tres cuartas partes del territorio nacional son zonas con una insolación media del orden de los 5 KWh/m² al día, más del doble del promedio en los Estados Unidos de América.

De acuerdo con el balance Nacional de Energía de 1995, en México se tenía instalada en ese año una capacidad para generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos de 9.5 MW con los cuales se generaron 17.5 Gwh.. Actualmente se están realizando esfuerzos para la evaluación del potencial de aprovechamiento del recurso solar aplicando metodologías sistematizadas, tanto para aprovechamientos fotovoltaicos como fototérmicos y con utilización en sistemas activos y pasivos. los sistemas activos son los que incluyen sensores y mecanismos que les permiten ajustarse a las condiciones de operación, mientras que los sistemas pasivos no cuentan con tales dispositivos.

La energía solar se ha utilizado, principalmente, en sistemas de iluminación, electrificación, señalización, comunicación, medios de recepción para educación vía satélite en comunidades alejadas, calentamiento, bombeo y purificación de agua, protección de ganado y protección catódica

La CONAE promoverá el desarrollo de proyectos viables técnicas y económicamente para el aprovechamiento de las energías renovables, especialmente en el ámbito municipal. Este aprovechamiento de los recursos renovables, se requiere en todos los casos, del servicio de transmisión de media y baja tensión de la C.F.E. para conducir la energía desde la localización de la fuente hasta la red de distribución de baja tensión de la zona urbana correspondiente

En vista de que el costo actual del servicio de transmisión de media y baja tensión puede afectar la viabilidad económica de los proyectos, y con el propósito de alentar el

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

aprovechamiento de los recursos renovables, la Comisión reguladora de Energía (CRE)¹ publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de enero de 1997 los modelos para calcular el costo de dichos servicios.

El proyecto piloto de alta eficiencia en la iluminación residencial, denominado ILUMEX, es uno de los de mayor alcance que esta desarrollando la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), que consiste en la sustitución de focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas de entre 15 y 25 Watts en el sector residencial de las ciudades de Monterrey y Guadalajara. La meta de este proyecto es lograr 1.7 millones de reemplazos.

Se estima que el conjunto de todos los proyectos realizados por el PAESE - FIDE lograrán un ahorro anual del final de 1997 a 2006 de poco más de 7,777 GW/año en consumo y se habrá evitado la instalación de 1,922 MW.

1.3. LA NORMA OFICIAL MEXICANA EN EL AHORRO DE ENERGÍA.

En 1994 la secretaría de Energía publicó la Norma Oficial Mexicana NOM 001 Relativa a las Instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica. El capítulo noveno, dedicado al alumbrado público, establece valores límite para los siguientes conceptos:

- Niveles de luminancia e iluminancia.
- Eficacia de las fuentes luminosas.
- Pérdidas en balastos.
- Coefficiente de utilización en luminarios.

Los valores establecidos tienen el objetivo de racionalizar el uso de la energía al evitar el desperdicio asociado a una iluminación excesiva y establecer límites de eficiencia en el proceso de conversión y control de la luz.

La NOM ENER 013, publicada por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía es una consecuencia natural de la NOM 001 y establece límites de potencia eléctrica por unidad de superficie alumbrada, mismos que sólo pueden alcanzarse cumpliendo la NOM 001 en cuanto a eficacia del equipo de alumbrado.

De acuerdo a las metas planteadas en los programas nacionales de Normalización establecidas en el año de 1995 y 1996, se han publicado la mayor parte de las normas oficiales mexicanas (nom's) previstas; para ello se contó con la participación activa del

¹ Comisión reguladora de Energía (C.R.E.), junto con la Comisión Nacional para el ahorro de Energía. Son organismos responsables de la planificación de las operaciones, modernización de los métodos de gestión, que impulsan las inversiones en el sector eléctrico con la finalidad de que no se produzcan desequilibrios entre la demanda y la oferta de energía eléctrica. Al mismo tiempo promueven la participación activa de los particulares en ese esfuerzo.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica
I.- Generalidades

sector industrial, el subsector eléctrico, el FIDE, instituciones de educación superior y de los importadores

NORMAS PUBLICADAS.— Hasta mediados de 1997 se publicaron diez normas relacionadas con equipos y sistemas que funcionan con energía eléctrica: ocho están vigentes y dos entrarán en vigor en el año de 1998. Con la aplicación efectiva de estas NOM para 1997 se lograran ahorros anuales de 2,300 Gwh. en el consumo de energía y 520 MW. en potencias en la tabla 1.2 se listan las normas publicadas en el DOF relacionadas con energía eléctrica, indicando el ahorro de energía que lograran con respecto a los equipos y sistemas existentes antes de su aplicación.

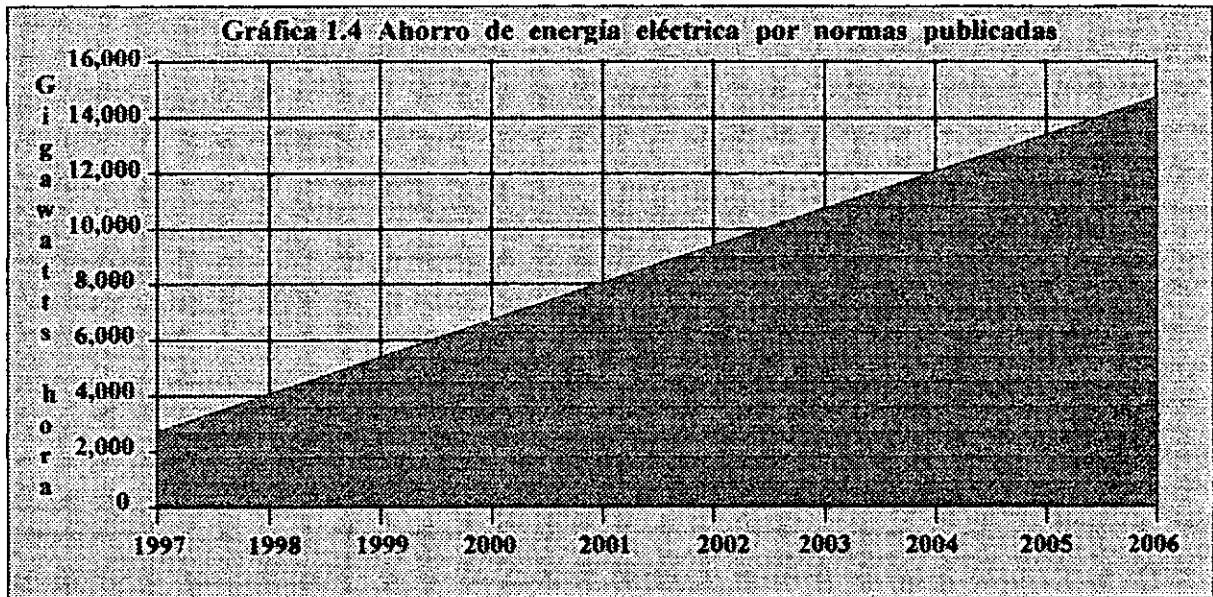
Tabla 1.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS PUBLICADAS EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN

Norma y equipo	Entrada en vigor	Unidades vendidas (miles/año)	Ahorros	
			Gwh/año	%
NOM-072-SCFI-1994 Refrigeradores	1/1/95	1 000	579	40
NOM-073-SCFI-1994 Acondicionadores de aire tipo cuarto	1/1/95	182	323	20
NOM-074-SCFI-1994 Motores de inducción de corriente alterna, tipo jaula de ardilla	1/1/95	170	669	7
NOM-001-ENER-1995 Bombas verticales tipo turbina con motor externo	23/12/95	2.5	18	13
NOM-004-ENER-1995 Bombas Centrifugas para bombeo de agua para uso doméstico	23/12/95	300	6	18
NOM-007-ENER-1995 Sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	1/9/96	No aplica	104	20
NOM-006-ENER-1995 Bombeo para uso profundo en operación	9/11/96	4.5	578	30
NOM-005-ENER-1996 Lavadoras de ropa electrodomésticas	11/5/97	1000	7	10
NOM-010-ENER-1996 Bombas sumergibles	7/1/98	1.1	11.4	3
NOM-013-ENER-1996 Sistemas de alumbrado en vialidades y exteriores de edificios	6/5/98	No aplica	10	2

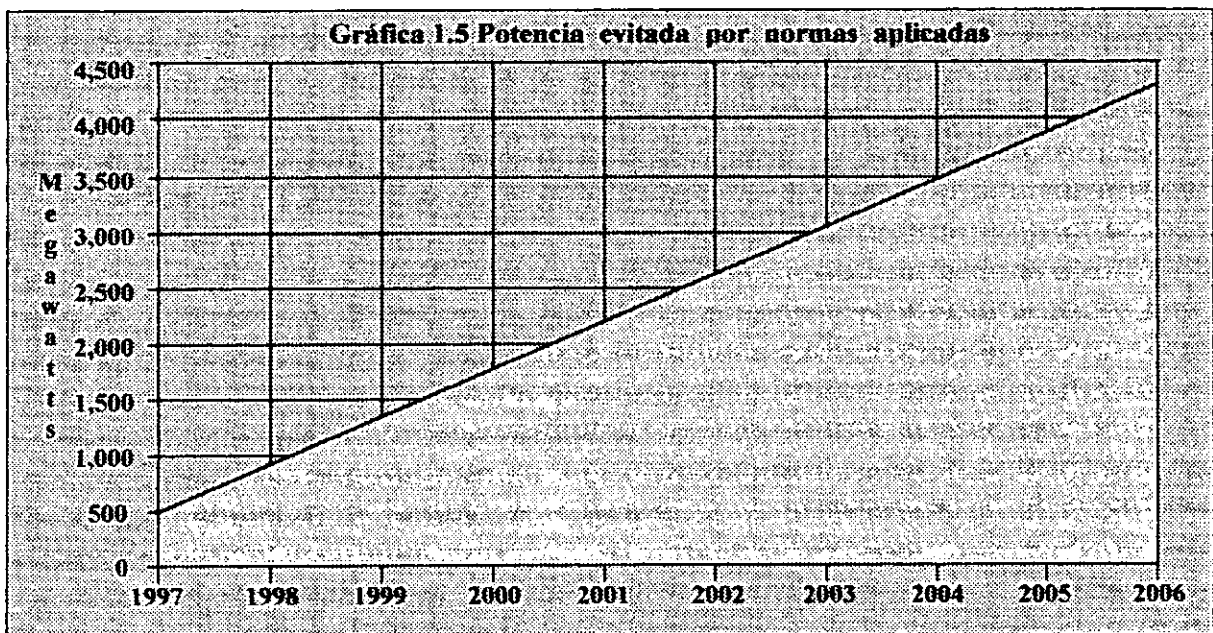
Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades

En la gráfica 1.4 se muestran los ahorros que se espera obtener, en el periodo de esta prospectiva, por la aplicación de las NOM's hasta ahora publicadas. Como se puede observar, para el año 2006 estos ahorros ascenderán a poco más de 14,000 Gwh. anuales equivalentes al 6.7% de la estimación de ventas para ese mismo año.



Asimismo en la gráfica 1.5 se indica la potencia evitada por dichas normas, la cual será de poco más de 4,200 MW que representan el 8.8 % de la capacidad proyectada para el año 2006.



Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica
I.- Generalidades

NORMAS EN PROYECTOS.— Para mediados de 1997, se tenían seis proyectos de normas, cuatro en periodos de consulta pública, una en proceso de publicación como NOM y una más en estudio; ver la tabla 1.3.

Como resultado de la aplicación de estas normas se espera obtener hacia el año 2006, ahorros de energía del orden de los 7,700 Gwh. anuales y reducciones en la potencia instalada necesaria que ascienden poco más de 2,000 MW. Estos ahorros equivalen al 3.7 % de las ventas estimadas y al 4.2 % (Gráfica 1.6 y gráfica 1.7).

En el área de normalización, se continuará con el proceso de formulación de proyectos de normas de eficiencia energética para equipos y sistemas, dentro de los cuales se encuentra la revisión de la norma NOM-073-SCFI-94, para acondicionadores de aire de tipo cuarto, que actualmente esta en vigor.

Tabla 1.3 NORMAS EN PROYECTO

Proyectos de Norma Oficial Mexicana	Posible entrada en vigor	Ahorro anual (GWh)	Ahorro en Potencia (MW)
NOM-008-ENER-1995 * Eficiencia energética integral en edificios no residenciales	1998	45	11
NOM-011-ENER-1997 ** Acondicionadores de aire tipo central	Julio/1998	18.5	3
NOM-011-ENER-1997 Eficiencia energética de motores monofásicos	Febrero/1998	35	44
NOM-016-ENER-1997 (1) Eficiencia energética de motores trifásicos	Febrero/1998	669	214
NOM-017-ENER-1997 Eficiencia energética en lámparas fluorescentes compactas de uso residencial	Febrero/1998	4.5	2.8
NOM-015-ENER-1997 (2) Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores	Agosto/1997	579	40

* En estudio para su publicación como proyecto

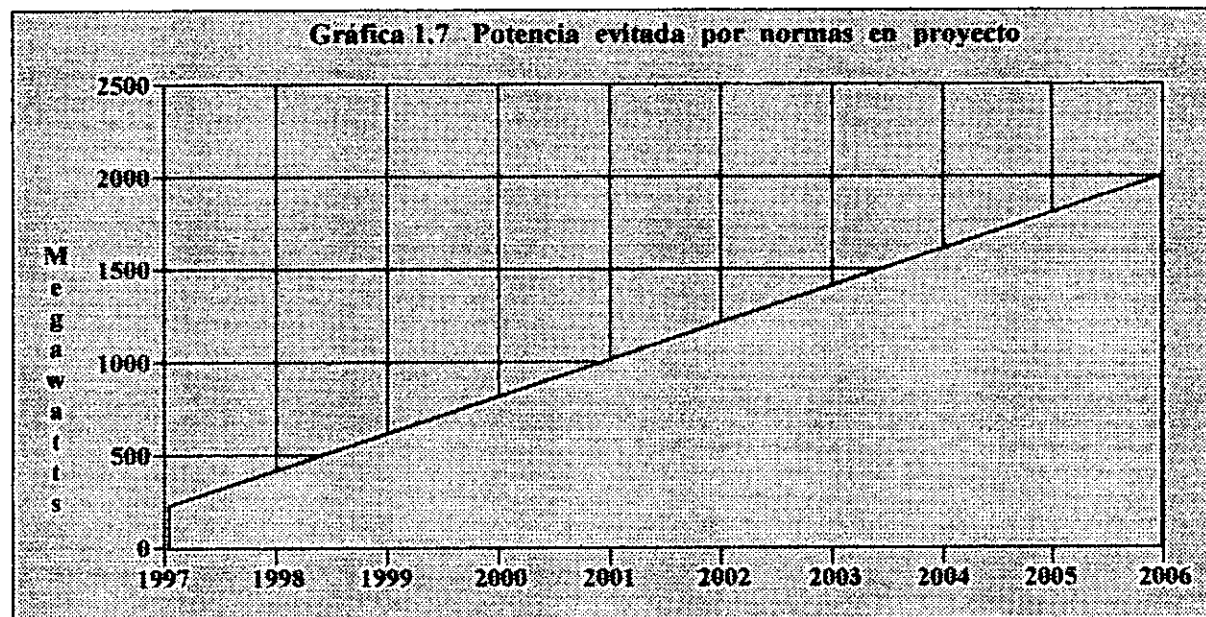
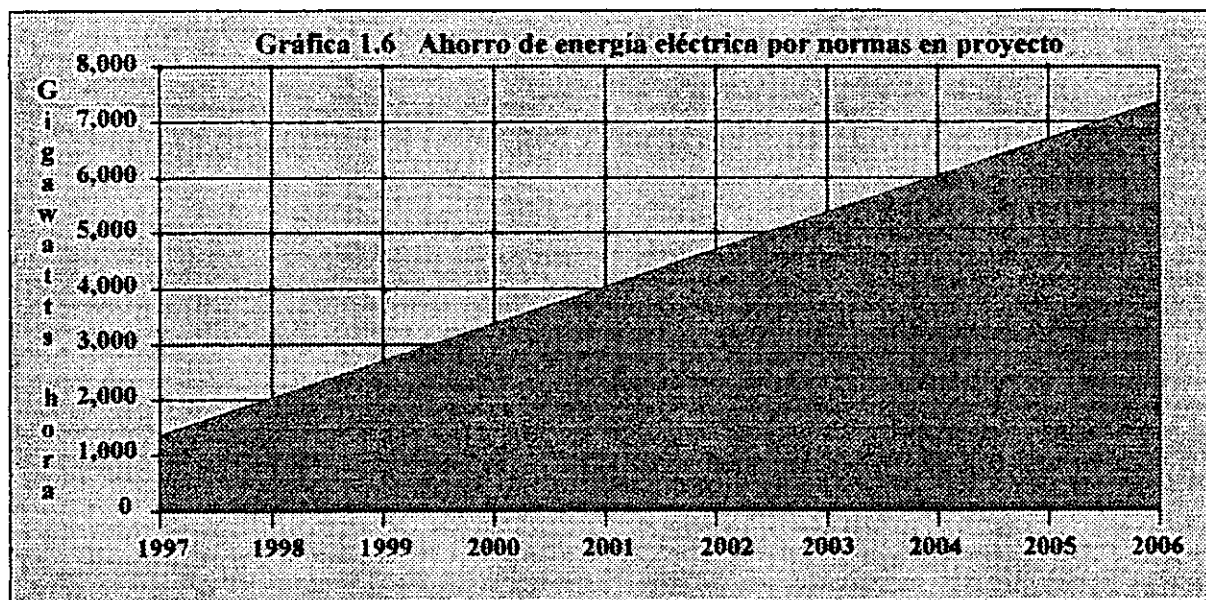
** En proceso para su publicación como Norma Oficial Mexicana

(1) Revisión de la NOM-074-SCFI-1994

(2) Revisión de la NOM-072-SCFI-1994

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica

I.- Generalidades



Con el fin de asegurar el cumplimiento de la NOM's de eficiencia energética, la CONAE realiza una serie de actividades tendientes a la acreditación de laboratorios de certificación de los productos y de unidades de verificación de los sistemas contemplados,

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica Odontológica
I.- Generalidades

adicionalmente, al desarrollo del mercado de equipos, sistemas y recursos humanos relacionados con el ahorro de energía.

En la tabla 1.4 se indican las Normas que se encuentran en proceso de anteproyecto.

TABLA 1.4 NORMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ANTEPROYECTO

NOM-020-ENER	Eficiencia energética en edificaciones para uso habitacional.
NOM-021-ENER	Eficiencia energética de acondicionadores de aire tipo cuarto (Revisión de la NOM-073-SCFI-1994).
NOM-022-ENER	Eficiencia energética en equipos de refrigeración industrial y comercial.

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

CAPITULO	
II	
II.1.	TERMINOLOGÍA Y UNIDADES DE MEDICIÓN
II.1.1.	FLUJO LUMINOSO
II.1.2.	EFICACIA Ó RENDIMIENTO LUMINOSO
II.1.3.	ENERGÍA LUMINOSA
II.1.4.	INTENSIDAD LUMINOSA
II.1.5.	DISTRIBUCIÓN LUMINOSA
II.1.6.	ILUMINANCIA
II.1.7.	LUMINANCIA
II.1.8.	SISTEMAS DE UNIDADES
II.2.	LAMPARAS
II.2.1.	DEFINICIÓN
II.2.2.	LAMPARAS INCANDESCENTES
II.2.2.1.	COMPONENTES
II.2.2.2.	TIPOS DE LAMPARAS INCANDESCENTES
II.2.2.2.1.	INCANDESCENTES CONVENCIONALES
II.2.2.2.2.	INCANDESCENTES HALÓGENAS
II.2.2.2.3.	INCANDESCENTES ESPECIALES
II.2.3.	LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A BAJA PRESIÓN (FLUORESCENTES).
II.2.3.1.	CARACTERÍSTICAS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES
II.2.3.2.	TIPOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES.
II.2.4.	LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO ALTA PRESIÓN.
II.2.5.	LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESIÓN.
II.2.6.	LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN
II.2.7.	OTROS TIPOS DE LAMPARAS.
II.3.	COMPONENTES DE LAS LUMINARIAS
II.3.1.	DEFINICIÓN
II.3.2.	REFLECTORES
II.3.3.	DIFUSORES
II.4.	TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE LOS LUMINARIOS.
II.4.1.	CLASIFICACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE LUZ.
II.4.2.	CLASIFICACIÓN POR TIPO DE MONTAJE
II.4.3.	CLASIFICACIÓN POR FUNCIÓN.
II.4.4.	CLASIFICACIÓN POR SU FORMA.
II.4.5.	CLASIFICACIÓN POR EL TIPO DE COMPONENTE
II.5.	MÉTODOS DE ILUMINACIÓN
II.5.1.	TIPOS DE CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN
II.5.2.	MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL
II.6.	CONTACTOS Y RECEPTÁCULOS
II.7.	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN
II.7.1.	PROTECCIONES EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
II.8.	SISTEMAS DE TIERRAS.

II.1. TERMINOLOGÍA Y UNIDADES DE MEDICIÓN.

II.1.1. FLUJO LUMINOSO.

A la energía radiante de una fuente de luz que produce una sensación luminosa se le llama flujo luminoso o potencia luminosa. El flujo luminoso se representa por la letra griega Φ y su unidad es el LUMEN (lm). Un lumen es el flujo luminoso de la radiación monocromática que se caracteriza por una frecuencia f de valor 540×10^{12} Hertz y por un flujo de energía radiante equivalente a $1/683$ watts. Un watt de energía radiante de longitud de onda de 555 nm en el aire equivale a 683 lms. aproximadamente.

En la tabla 2.1 se muestran algunas de las lámparas más usadas y su flujo luminoso característico:

TIPO DE LAMPARA	FLUJO LUMINOSO lm
EFLUVIOS	0.6
VELA DE CERA	10
BICICLETA	18
INCANDESCENTE STANDARD DE 100 WATTS	1 380
FLUORESCENTE L 40 W/20 (BLANCO FRÍO)	3 200
MERCURIO A ALTA PRESIÓN HQI 400 WATTS	23 000
HALOGENUROS METÁLICOS HQI 400 WATTS	28 000
SODIO A ALTA PRESIÓN NAV-T 400 WATTS	48 000
SODIO A BAJA PRESIÓN NA 180 WATTS	33 000
MAGNESIO AG 3B	450 000

TABLA 2.1 FLUJO LUMINOSO DE LAMPARAS COMUNES

II.1.2. EFICACIA LUMINOSA O RENDIMIENTO LUMINOSO.

El rendimiento luminoso o eficacia luminosa de una fuente de luz, indica el flujo que emite la misma por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención.

El rendimiento o eficacia se representa por la letra griega η y sus unidades son lúmenes por watt (lm/w):

$$\eta = \frac{\Phi \text{ [lm]}}{W \text{ [watt]}}$$

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

Si se lograra fabricar una lámpara que transformará sin pérdidas toda la potencia eléctrica consumida en luz de una longitud de onda de 555 nm, esta lámpara tendría el mayor rendimiento posible, cuyo valor sería de 683 lm/w, pero como solo una pequeña parte es transformada en luz, los rendimientos luminosos obtenidos hasta ahora para las distintas lámparas quedan muy abajo de este valor, presentando diferencias notables entre las mismas, como puede apreciarse en la tabla 2.2.

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA NOMINAL WATT	RENDIMIENTO LUMINOSO lm/watt
EFLUVIOS	0.3	2
INCANDESCENTE STANDARD 40 W/220 V	40	11
FLUORESCENTE L 40 W/20 (BLANCO FRIÓ)	40	80
MERCURIO A ALTA PRESIÓN HQL 400 W	400	50
HALOGENUROS METÁLICOS HQI 400 W	360	78
SODIO A ALTA PRESIÓN NAV-T 400 W	400	120
SODIO A BAJA PRESIÓN NA 180 W	180	183

TABLA 2.2- EFICACIAS PROMEDIO DE DISTINTAS LAMPARAS

Cabe aclarar que las eficacias de la tabla 2.2 se refieren exclusivamente para las lámparas de descarga como sistema completo incluyendo instalación y accesorios de conexión, dichas eficacias pueden variar substancialmente.

II.1.3. ENERGÍA LUMINOSA O CANTIDAD DE LUZ.

De forma análoga la energía eléctrica que se determina por la potencia eléctrica por unidad de tiempo, la cantidad de luz o energía luminosa se determina por la potencia luminosa o flujo luminoso por unidad de tiempo.

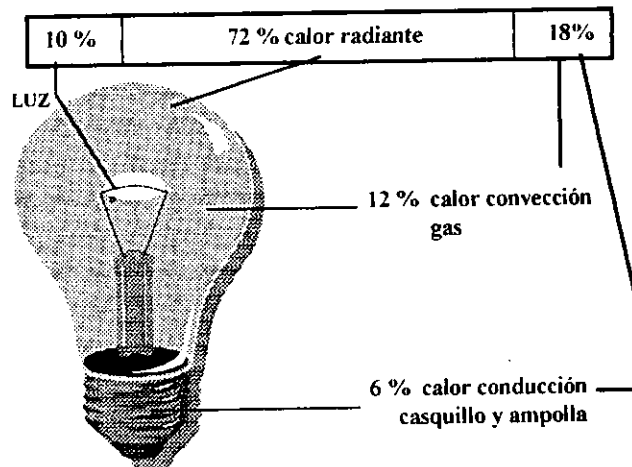
La cantidad de luz se representa por la letra Q y su unidad es el LUMEN - HORA (lm-h). Su fórmula es:

$$Q = \Phi \times t$$

Esta magnitud es importante en las lámparas de relámpago empleadas en fotografía, pues su valor es decisivo para la iluminación de la película. Debido al corto tiempo de descarga, la cantidad de luz suele darse en lúmenes por segundo (lms). En la lámpara que emite una cantidad de luz de 2.1 lmh, esta magnitud por segundo será 2.1 lmh x 3600 seg. ó 7560 lms.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
 II.- Sistemas de Iluminación

También tiene interés conocer a efectos de cálculos económicos la cantidad de luz que emite una lámpara durante su vida. Una lámpara incandescente de 40 watts que emite un flujo luminoso de 440 lúmenes, durante su vida promedio de 1000 horas emitirá una cantidad de luz de 440,000 lmh. De este valor habrá que descontar la pérdida de flujo que se produce en el transcurso de su vida, ya que este valor no es constante Fig. 2.1.



TRANSFORMACION DE ENERGIA ELECTRICA PARA LA PRODUCCION LUZ EN UNA LAMPARA INCANDESCENTE

FIG. 2.1

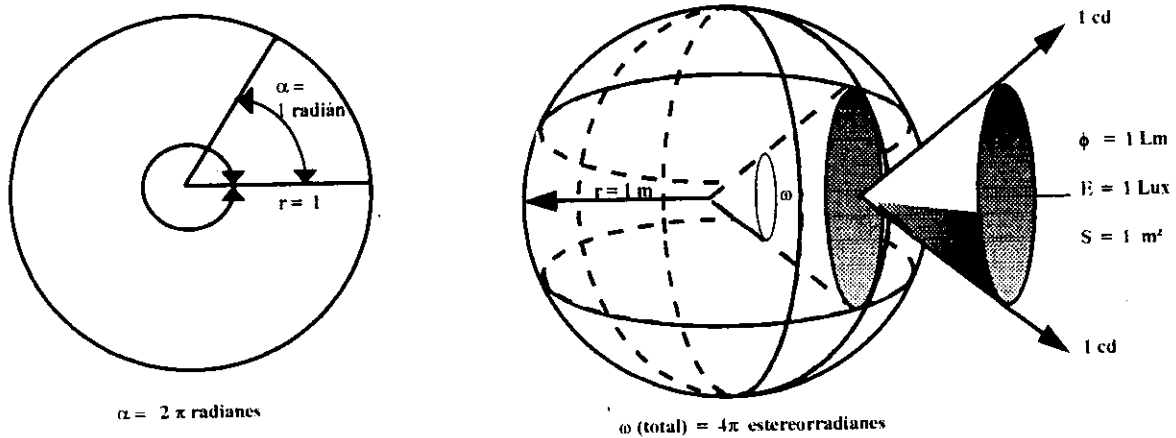


FIG. 2.2 ÁNGULO PLANO, ÁNGULO SÓLIDO Y RELACIÓN ENTRE FLUJO LUMINOSO, INTENSIDAD LUMINOSA E ILUMINANCIA.

II.1.4. INTENSIDAD LUMINOSA.

Este parámetro se entiende únicamente referido a una determinada dirección y contenido en un ángulo sólido ω (omega minúscula). Al igual que una magnitud de superficie corresponde un ángulo plano que se mide en radianes, a una magnitud de volumen le corresponde un ángulo sólido o estéreo que se mide en estereorradianes.

El radian se define como el ángulo plano que corresponde a un arco de circunferencia de longitud igual al radio. El estereorradián se define entonces como el ángulo sólido que corresponde a un casquete esférico cuya superficie es igual al cuadrado del radio de la esfera.

La intensidad luminosa de una fuente de luz en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes (Fig. 2.2).

La intensidad luminosa se representa por la letra I y su unidad es la candela (cd). Su fórmula es:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

La candela se define como la intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de 1 lumen en un ángulo sólido de un estereorradián:

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

II.1.5. DISTRIBUCIÓN LUMINOSA. CURVA FOTOMETRICA.

El conjunto de la intensidad luminosa de un manantial en todas direcciones constituye lo que se llama distribución luminosa. Las fuentes de luz utilizadas en la práctica tienen una superficie luminosa más o menos grande, cuya intensidad de radiación se ve afectada por la propia construcción de la fuente presentando valores diferentes en las distintas direcciones.

Con aparatos especiales se puede determinar la intensidad luminosa de un manantial en todas direcciones del espacio con relación a un eje vertical. Si representásemos por medio de vectores la intensidad luminosa de un manantial en infinitas direcciones del espacio, obtendríamos un cuerpo llamado sólido fotométrico.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

La curva fotométrica de un luminario es una gráfica representativa de la emisión de luz del mismo, por lo cual es un elemento indispensable en el diseño de cualquier sistema de alumbrado, es decir, el luminario de acuerdo con este dato debe ser aplicado de tal forma que tiene las necesidades del proyecto, tales como nivel de iluminación, uniformidad sobre el plano de trabajo, altura de montaje, iluminación sobre superficies verticales, etc. Todas estas condiciones nos obligan a utilizar las curvas fotométricas.

Haciendo pasar un plano por el eje de simetría del cuerpo luminoso se obtendría una sección limitada por una curva que se denomina Curva de distribución luminosa o Curva Fotométrica. Mediante la curva fotométrica de un manantial se puede determinar con exactitud la intensidad luminosa en cualquier dirección, dato necesario para los cálculos de iluminación.

Las curvas fotométricas se dan referidas a un flujo luminoso de 1000 lúmenes y, como el caso general es que la fuente de luz emita un flujo mayor, los valores de intensidad luminosa correspondientes se encuentran mediante una simple relación.

Por ejemplo, si una lámpara de mercurio de alta presión tiene un flujo luminoso de 23000 lúmenes, los valores de la intensidad luminosa deducidos de su curva fotométrica dada para 1000 lúmenes, habrá que multiplicarlos por el factor 23 hallados de la relación 23000/1000, para obtener el verdadero valor.

II.1.6. ILUMINANCIA.

La iluminancia o iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión. Se representa por la letra E y su unidad es el LUX en el Sistema Internacional de Unidades. Su ecuación es:

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

De esta ecuación se deduce que en cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será la iluminación, y que para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminación será tanto mayor en la medida que disminuya la superficie.

El LUX, unidad de iluminancia se define como la iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe uniformemente repartido, un flujo luminoso de un lumen Fig. 2.3.

$$\text{LUX} = \frac{1\text{lm}}{1\text{m}^2}$$

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

La iluminancia constituye un dato importante para valorar el nivel de iluminación que existe en una oficina, en la superficie de un recinto, en una calle, etc.

La medida de iluminancia se realiza por medio de un aparato denominado luxómetro, que consiste en una celda fotoeléctrica que, al incidir la luz sobre una superficie, genera una débil corriente eléctrica que varía en función de la luz incidente. Dicha corriente se mide con un miliampermetro cuya escala está calibrada directamente en lux. La tabla 2.3 muestra distintos valores aproximados de iluminancias.

TABLA 2.3

MEDIODÍA DE VERANO AL AIRE LIBRE, CIELO DESPEJADO.....	100 000 LUX
MEDIODÍA DE VERANO AL AIRE LIBRE, CIELO CUBIERTO.....	20 000 LUX
LUGAR DE TRABAJO BIEN ILUMINADO, RECINTO INTERIOR.....	1 000 LUX
BUEN ALUMBRADO PUBLICO.....	20-40 LUX
NOCHE DE LUNA LLENA.....	0.25 LUX
NOCHE DE LUNA NUEVA.....	0.01 LUX

II.1.7. LUMINANCIA.

La luminancia de una superficie en una dirección determinada es la relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente (superficie vista por el observador situado en la misma dirección).

La luminancia se representa por la letra L y su unidad es el NIT (nt) o candela por metro cuadrado (cd/m^2); tiene un submúltiplo que es el STILB (sb) que es candela por centímetro cuadrado (cd/cm^2), empleado para fuentes con elevadas luminancias.

La ecuación que expresa la luminancia es:

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha}$$

donde $S \cos \alpha$ es la superficie aparente.

La luminancia es máxima cuando el ojo se encuentra en la perpendicular a la superficie luminosa, ya que entonces el ángulo es igual a cero y el coseno de α igual a uno, correspondiendo la superficie aparente a la real.

La luminancia puede ser directa o indirecta, correspondiendo a la primera a los manantiales luminosos y la segunda a los objetos iluminados (fig. 2.4a y 2.4b).

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

La luminancia es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad, pues la luz no se hace visible hasta que es reflejada por los cuerpos. La mayor o menor claridad con que vemos los objetos iluminados, depende de su luminancia. El libro y la mesa de la figura 2.5

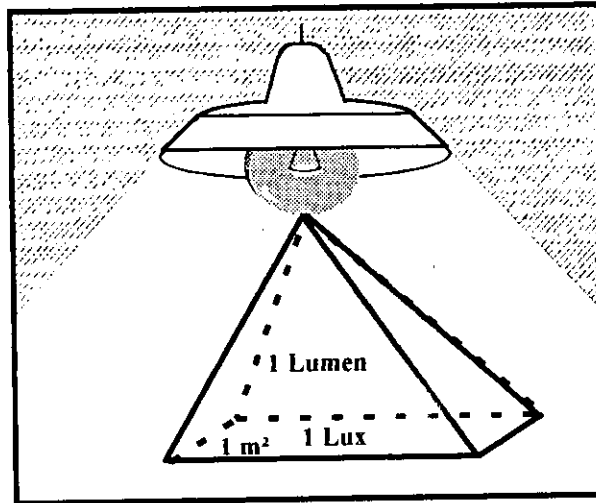


FIG. 2.3 El lux, unidad de iluminancia

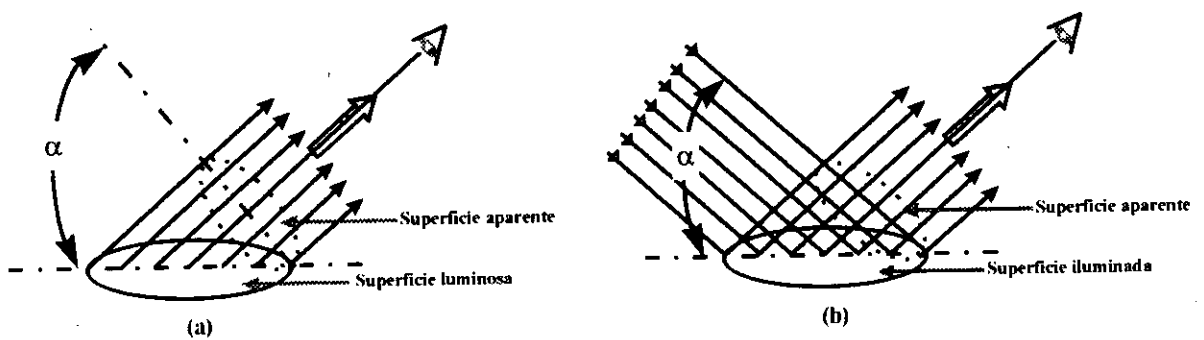


FIG. 2.4 TIPOS DE LUMINANCIAS (a) DIRECTA (b) INDIRECTA

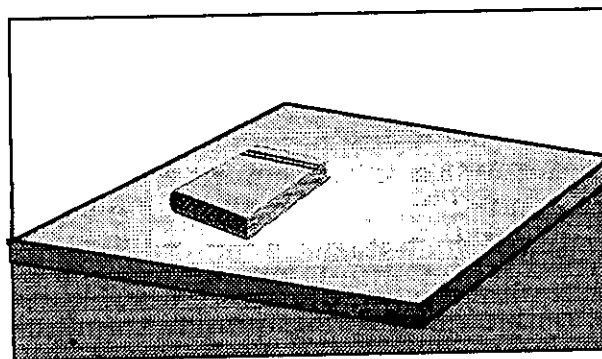


FIG. 2.5 Diferentes luminancias de dos cuerpos con igual, iluminancia

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

tienen la misma iluminancia, pero se ve con más claridad el libro porque su luminancia es mayor que la de la mesa.

La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias luminancias. Se puede decir, por lo tanto, que el ojo ve diferencias de luminancias y no de iluminación. En la tabla 2.4 se dan algunos valores de luminancias.

La medida de la luminancia se realiza por medio de un aparato especial llamado luminancímetro o nitómetro, de construcción similar al luxómetro, del que igualmente existen diversos modelos.

TABLA 2.4

SOL.....	150 000 cd/cm
CIELO DESPEJADO.....	0.3-0.5 cd/cm
CIELO CUBIERTO.....	0.03-0.1 cd/cm
LUNA.....	0.25 cd/cm
LLAMA DE UNA VELA DE CERA.....	0.70 cd/cm
LAMPARA INCANDESCENTE CLARA.....	100-200 cd/cm
LAMPARA INCANDESCENTE MATE.....	5-50 cd/cm
LAMPARA INCANDESCENTE OPAL.....	1-5 cd/cm
LAMPARA FLUORESCENTE L 40 W/20.....	0.75 cd/cm
LAMPARA DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN 400 W.....	11 cd/cm
LAMPARA DE ADITIVOS METÁLICOS 400 W.....	700 cd/cm
LAMPARA DE SODIO A ALTA PRESIÓN 400 W.....	500 cd/cm
LAMPARA DE SODIO A BAJA PRESIÓN 180 W.....	10 cd/cm
PAPEL BLANCO CON ILUMINACIÓN DE 1000 LUX.....	250 cd/m
CALZADA DE UNA CALLE BIEN ILUMINADA.....	2 cd/m

II.1.8. SISTEMAS DE UNIDADES.

El sistema inglés de unidades tiende a desaparecer, por lo que en un futuro próximo todos los países utilizarán el Sistema Métrico, más propiamente llamado el Sistema Internacional de Unidades, abreviado SI. Las principales razones para adoptar el SI son las siguientes: 1) Su extenso uso en la mayor parte de los países del mundo, 2) Son las unidades primarias en el campo científico, y 3) La necesidad de uniformizar los campos de Ciencia e Ingeniería.

En la Ingeniería de Iluminación sólo aquellos términos que involucran unidades de longitud o área se ven afectados por la conversión. Las unidades de lúmenes, candelas, estéreorradianes y eficacia permanecen igual. Por lo tanto sólo las unidades de luminancia e iluminancia se ven afectados por esta conversión.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

En el sistema Inglés la unidad de iluminancia es el footcandle (fc) y equivale a un lumen por pie cuadrado, o sea:

$$fc = \frac{lm}{pie^2}$$

La conversión entre Footcandles y lux se reduce a una simple conversión de pies cuadrados a metros cuadrados porque los lúmenes son comunes:

$$1 \text{ pie} = 0.3048; \quad 1 \text{ pie}^2 = 0.0929 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ footcandle} = \frac{1 \text{ lm}}{\text{pie}^2} \times \frac{\text{pie}^2}{0.0929 \text{ m}^2} = 10.7639 \text{ Lux}$$

$$\text{o también: } \frac{1 \text{ fc}}{10.76 \text{ lux}} = 1$$

En el sistema Inglés la unidad de Luminancia es el footcandle (fl) y equivale a una candela por pie cuadrado, o sea:

$$fl = \frac{cd}{\text{pie}^2}$$

La conversión entre footlamberts y Nits se reduce también a una simple conversión de metros cuadrados a pies cuadrados pero se debe incluir el valor:

$$fl = \frac{1}{\pi} \times \frac{cd}{\text{pie}} \times \frac{\text{pie}}{0.0929 \text{ m}} = 3.4262 \frac{cd}{\text{m}} = 3.4262 \text{ Nits}$$

$\pi = 3.141516$

$$\text{o también: } \frac{fl \text{ m}^2}{3.426 \text{ cd}} = 1$$

La relación entre candelas, lúmenes, estéerorradianes y footcandles puede encontrarse fácilmente utilizando una esfera unitaria de 1 pie de radio con una fuente puntual uniforme de 1 candela en el centro de una esfera (Fig. 2.6).

Para un área de un pie cuadrado en la superficie, el ángulo sólido obtenido será un estéerorradián (sr):

$$w = \frac{A}{R} = \frac{1 \text{ pie}^2}{1 \text{ pie}} = 1 \text{ sr}$$

La fuente puntual de una candela producirá un lumen en la unidad de ángulo sólido:

$$\Phi = I w = (cd)(sr) = lm$$

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

La iluminación producida en la superficie interior de la esfera será de 1 lm en pie o un footcandle.

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{1 \text{ lm}}{1 \text{ ft}^2} = 1 \text{ fc}$$

El área total de la superficie de una esfera es 4 R. Por lo tanto, el área total de la superficie de la esfera unitaria es 4 o 12.57 ft. Si el flujo luminoso de 1 lm llega a cada pie cuadrado, la fuente puntual uniforme produce un total de 4 lm o 12.57 lm

Otras unidades que se utilizan regularmente son las siguientes.

Cuando la intensidad luminosa está en candelas y el área está en pulgadas cuadradas, la unidad de luminancia es candelas por pulgada cuadrada, por tanto:

$$1 \text{ fl} = \frac{1 \text{ lm}}{\text{ft}^2} \times \frac{1}{\frac{1 \text{ m}}{\text{cd}}} = \frac{1}{\pi} \times \frac{\text{cd}}{\text{ft}^2} = \frac{1}{144} \times \frac{\text{cd}}{\text{pul}^2}$$

El número de footlamberts es igual a 1/144 veces el número de candelas por pulgada cuadrada, es decir:

$$\frac{1 \text{ fl}}{(1 + 144)(\text{cd-pul}^2)} = \frac{144 \cdot \text{pul}^2 \cdot \text{fl}}{1 \text{ cd}} = 1$$

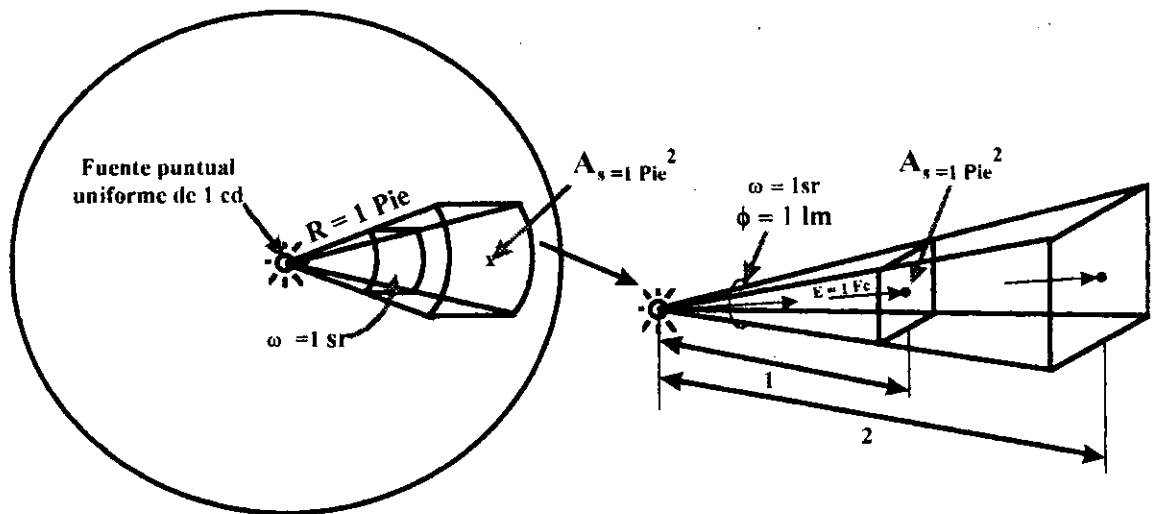
Haciendo un análisis comparativo entre dos esferas unitarias para cada sistema de unidades, es decir, una con radio de 1 pie y otra con radio de 1 metro se pueden comprobar varias de las relaciones encontradas (Fig. 2.7). En la tabla 2.5 se incluyen algunos factores de conversión entre unidades comunes.

TABLA 2.5

pul	X	2.54	.....	cm
pie	X	0.3048	.....	m
lux	X	m ²	.....	lm
fc	X	pie ²	.....	lm
fc	X	10.765	.....	lux
cd	X	sr	.....	lm
fl	X	452	.....	cd/pul ²
fl	X	3.4262	.....	Nits (cd/m ²).
cd/pul	X	1.55	.....	Kcd/m ²

En la tabla 2.6 se realiza un resumen de las magnitudes y unidades luminosas fundamentales para los sistemas Inglés e Internacional.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
 II.- Sistemas de Iluminación



(b) esfera unitaria

(b) Segmento de la esfera unitaria

FIG 2.6 Relación entre esferas unitarias y las unidades de iluminancia

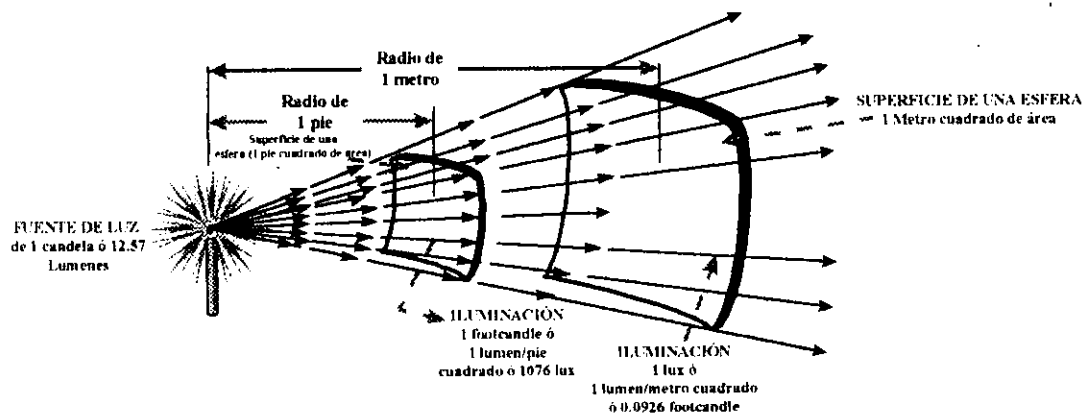


FIG. 2.7 Relación entre esferas unitarias y las unidades de iluminancia

TABLA 2.6

RESUMEN DE LAS MAGNITUDES Y UNIDADES LUMINOSAS				
MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN DE LA UNIDAD	RELACIONES
FLUJO LUMINOSO	Φ	Lumen (lm)	Flujo luminoso de la radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} HZ y un flujo de energía de $1/683$.	$\Phi = i \cdot w$
RENDIMIENTO LUMINOSO		$\frac{\text{Lumen}}{\text{Watt}}$	Flujo luminoso emitido por unidad de potencia.	$\eta = \Phi/W$
CANTIDAD DE LUZ	Q	Lumen por segundo (lms) Lumen por hora (lmh)	Flujo luminoso emitido por unidad de tiempo	$Q = \Phi \cdot t$
INTENSIDAD LUMINOSA	I	Candela (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que emite flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereorradian.	$I = \Phi/W$
ILUMINANCIA	E	Lux (lx) Footcandle (cd)	Flujo luminoso de 1 lumen que recibe una superficie de 1 m.	$E = \Phi/A$
LUMINANCIA	L	Nits (cd/m ²) Stilb (cd/cm ²)	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie.	$L = I/A$

II.2. LAMPARAS.

II.2.1. DEFINICIÓN.

Las fuentes de luz (lámparas) que se utilizan actualmente para la iluminación artificial, pueden ser divididas en dos categorías principales: Incandescentes y de descarga. Las lámparas del tipo de descarga pueden ser de alta ó baja presión. Las fuentes de descarga en baja presión son las fluorescentes y las de sodio en baja presión. Las lámparas de vapor de mercurio, aditivos metálicos y sodio alta presión son consideradas lámparas de descarga en alta presión. Estas son las fuentes de luz más comúnmente usadas en el campo de la Ingeniería de iluminación.

II.2.2. LAMPARAS INCANDESCENTES.

Las lámparas incandescentes generan luz como consecuencia del paso de corriente a través de un filamento conductor, de modo que su temperatura se eleva dando origen a la emisión por termorradiación (Fig. 2.8). Una gran parte de la energía eléctrica absorbida por la lámpara se pierde en calor, lo que da lugar a una eficacia luminosa muy reducida.

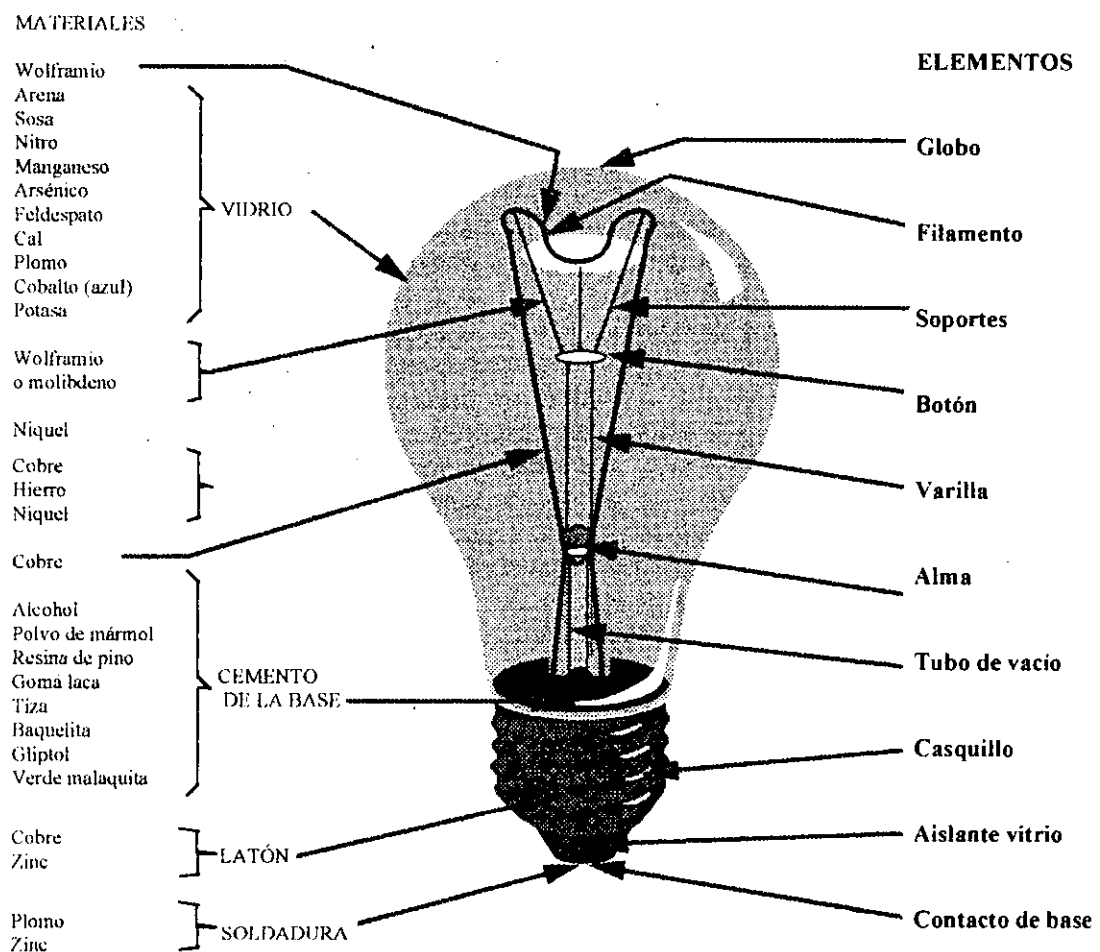


FIG. 2.8
MATERIALES Y ELEMENTOS COMPONENTES DE UNA LAMPARA DE INCANDESCENCIA.

Consisten en una bombilla de vidrio montada sobre un casquillo de latón con rosca, que se introduce dentro de un portalámparas normalizado. La bombilla contiene un alambre de wolframio o un filamento de carbón que están conectados por sus extremos con las superficies de contacto del casquillo, el filamento ofrece una elevada resistencia al paso de la corriente y en consecuencia se calienta hasta alcanzar la incandescencia.

Los componentes más significativos de este tipo de lámpara son el bulbo, la base y el filamento.

II.2.2.1. COMPONENTES.

FILAMENTO.

La luz es producida en la lámpara incandescente (ver figura 2.8) calentando un hilo o filamento a altas temperaturas, el resultado de la resistencia al flujo de la corriente eléctrica a través del conductor hace que este hilo se haga incandescente. El tungsteno es usado como material para el filamento. Ninguna otra sustancia es tan eficiente en convertir energía eléctrica en luz en la base de vida y costo. El tungsteno tiene cuatro características importantes:

- 1.- Alto punto en fusión
- 2.- Baja evaporación
- 3.- Alta resistencia y ductilidad
- 4.- Características favorables de radiación.

Las designaciones más comunes de letras para filamentos son "S", "C", y "R". Los filamentos bobinados son los más eficientes y ampliamente utilizados en las lámparas encontradas en Ingeniería de Iluminación. La resistencia del tungsteno frío es baja, comparada con su resistencia operacional; por lo que hay gran cantidad de corriente inicial de encendido, en una lámpara fría.

Las ejecuciones habituales de filamento son en hilo, en espiral y doble espiral, con objeto de incrementar la superficie de radiación.

BULBO.

Puesto que un filamento incandescente debe operar en el vacío o en una atmósfera de gas inerte para evitar la rápida desintegración debida a la oxidación, se le encierra en una envoltura precintada de cristal llamada ampolla o bulbo. Se utilizan varias clases de cristal, dependiendo del tipo de lámpara y sus aplicaciones. La mayor parte de las ampollas de las lámparas de alumbrado general están hechas de cristal blando. Se utilizan lámparas para servicios especiales con ampollas de cristal duro o resistentes al calor, en lugares donde la lluvia o la nieve puedan entrar en contacto con la ampolla caliente y provocar su ruptura, si fuese de cristal suave. Algunas lámparas de reciente desarrollo para aplicaciones especiales se construyen con bulbo de cuarzo.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

El tamaño y la forma de los bulbos de las lámparas se designan por una letra o letras seguidas de un número. Las letras indican la forma del tubo: S = lado recto, F = llama, G = redondo o globular, T = tubular, PS = de cuello recto, PAR = parabólico, R = reflector, A = designación arbitraria aplicada a los bulbos comúnmente usados para lámparas de servicio general de alumbrado de 200 vatios o menos. El número de designación del bulbo indica el diámetro del bulbo en octavos de pulgada. Por ejemplo "T-10" indica un bulbo tubular que tiene un diámetro de 10/8 ó 1¼.

BASE O CASQUILLO.

El casquillo tiene por misión conectar la ampolla con el portalámparas. Para fines del alumbrado general, el tipo de casquillo más usado es el de rosca. La mayoría de las lámparas de alumbrado general (300 vatios o menos) llevan casquillos de rosca media. Los de más altas potencias (por encima de los 300 vatios) tienen casquillos de rosca mogul. Algunas de las lámparas de menos potencia, particularmente las de señales, indicadores y decoración, están provistas de casquillos de rosca de candelabro o intermedia. Además destacan los denominados E, rosca Edison y B, bayoneta o Swan.

La distribución de energía de una lámpara incandescente se muestra en la figura 2.9.

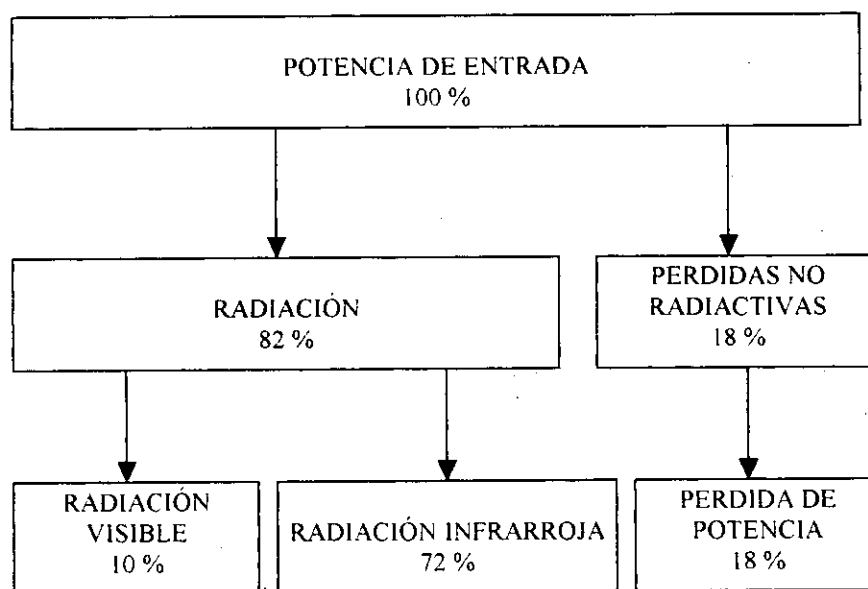


FIG. 2.9.- DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE

A pesar de que las fuentes incandescentes tienen una vida corta y baja eficacia, tienen ventajas que las hace ser seleccionadas comúnmente como fuentes de luz. Entre estas ventajas están el bajo costo inicial de la lámpara y su relativamente pequeño tamaño, por su sencillez de funcionamiento e instalación y ausencia de equipos auxiliares, encendido y reencendido instantáneo, ausencia de efecto estroboscópico, excelente rendimiento de color

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

y gama amplia de potencias y tensiones de alimentación. Algunas veces se selecciona un sistema incandescente debido a su facilidad y bajo costo para atenuarlo.

II.2.2.2. TIPOS DE LAMPARAS INCANDESCENTES.

II.2.2.2.1. INCANDESCENTES CONVENCIONALES.

Funcionan a cualquier tensión de la red, aunque lógicamente sólo ofrecen sus prestaciones nominales cuando se conectan a la tensión nominal.

No precisan equipos auxiliares, ni para el encendido ni durante su funcionamiento.

Tanto el encendido como el reencendido son instantáneos.

Presentan una sobreintensidad de encendido del orden de 10-15 veces la intensidad nominal, en razón de la diferencia de resistividad del tungsteno en frío y en caliente.

Tienen una gama amplia de potencias y tensiones de alimentación.

Ausencia de efecto estroboscópico.

Las lámparas de potencia inferior a 25 Watts son de vacío. Para las potencias superiores, con objeto de atenuar la volatilización de tungsteno del filamento se emplean gases de llenado como: el Argón, Kriptón y Xenón, todos estos mezclados con Nitrógeno.

Entre las aportaciones más recientes, destacan las siguientes:

Lámparas de neodimio. La ampolla contiene óxido de neodimio, que tienen la propiedad de absorber gran parte de la radiación amarillo - naranja del espectro visible. este tipo de lámpara acentúa la reproducción de los colores fríos (azul y verde) y fundamentalmente del rojo, lo que la hace aplicable en el sector de la alimentación (carnicerías, pescaderías y fruterías), floristerías y joyerías.

Nuevas lámparas reflectoras. Son lámparas reflectoras de vidrio soplado con un nuevo diseño de la ampolla y de la sustancia reflectora que elimina la excesiva dispersión del haz, concentrando la luz en su eje mediante un proceso de doble reflexión, esto produce una mejora del orden del 20 % de la intensidad luminosa en el eje del haz y una reducción de su ángulo de apertura.

Nuevas formas de ampolla y recubrimientos. Este tipo de mejoras tiene un carácter meramente comercial, que trata de ofrecer una nueva imagen de la lámpara estándar tradicional. La ampolla adopta una forma más cilíndrica y se ha mejorado el tipo de recubrimiento interior, consiguiendo una superficie difusora de baja luminancia.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

adicionalmente, este recubrimiento es coloreado para conseguir distintos efectos decorativos (Tabla 2.7).

La sustitución de la lámpara incandescente, en razón de su reducido costo, por otras fuentes de luz, no parece probable a medio plazo en el sector doméstico, si bien está teniendo la competencia de las lámparas halógenas y fluorescentes compacta y miniaturizada. En el resto de los sectores está siendo claramente desplazada por otras fuentes de luz más eficaces, permaneciendo únicamente como iluminación localizada o iluminación complementaria de tipo decorativo.

TABLA 2.7.- CARACTERÍSTICAS DE LAMPARAS ESTÁNDAR DE AMPOLLA CLARA CON TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN 220 VOLTS.

POTENCIA (W)	FLUJO LUMINOSO (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/w)
25	250	10
40	430	10,75
60	730	12
75	960	12,8
100	1.380	13,8
150	2.200	14,7
200	2.950	14,8
300	4.750	15,8
500	8.400	16,8
750	13.400	17,8
1.000	18.800	18,8
1.500	30.000	20
2.000	40.000	20

II.2.2.2.2. INCANDESCENTES HALÓGENAS.

Esencialmente son lámparas incandescentes que contienen un aditivo de halógeno o compuesto halogenado (generalmente yodo). La acción del yodo consiste en combinarse con el tungsteno vaporizado del filamento, en las proximidades de la ampolla (a temperaturas superiores a 250 °C) formando un yoduro de tungsteno, que se disocia al aproximarse al filamento (a temperaturas superiores a 2000 °C).

Esta doble reacción química tiene un triple efecto regenerador:

- Retorno del tungsteno vaporizado al filamento.
- Limpieza del interior de la ampolla al evitar el depósito de partículas de tungsteno (mantenimiento del flujo luminoso).

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

- Incremento de la duración de la lámpara.

El filamento trabaja a mayor temperatura que en las lámparas convencionales, lo que se traduce en una mayor emisión luminosa, con una mejora sustancial de la eficiencia (20 lm/Watt) y una mayor temperatura de color

El filamento es de tungsteno como en las convencionales, montado en sentido longitudinal en el eje de la lámpara, su temperatura de funcionamiento es más alta (superior a los 3000 °K).

La ampolla de cuarzo, capaz de soportar las altas temperaturas que requiere el ciclo de halógeno (fig. 2.10). Esta ampolla puede ser accesible (lámparas de cuarzo - yodo) o estar situada en el interior de otra ampolla de vidrio normal (lámparas de doble envoltura). La forma de la ampolla es tubular (cilíndrica), y en general, se emplea la ampolla clara aunque existen versiones mateadas y opalizadas.

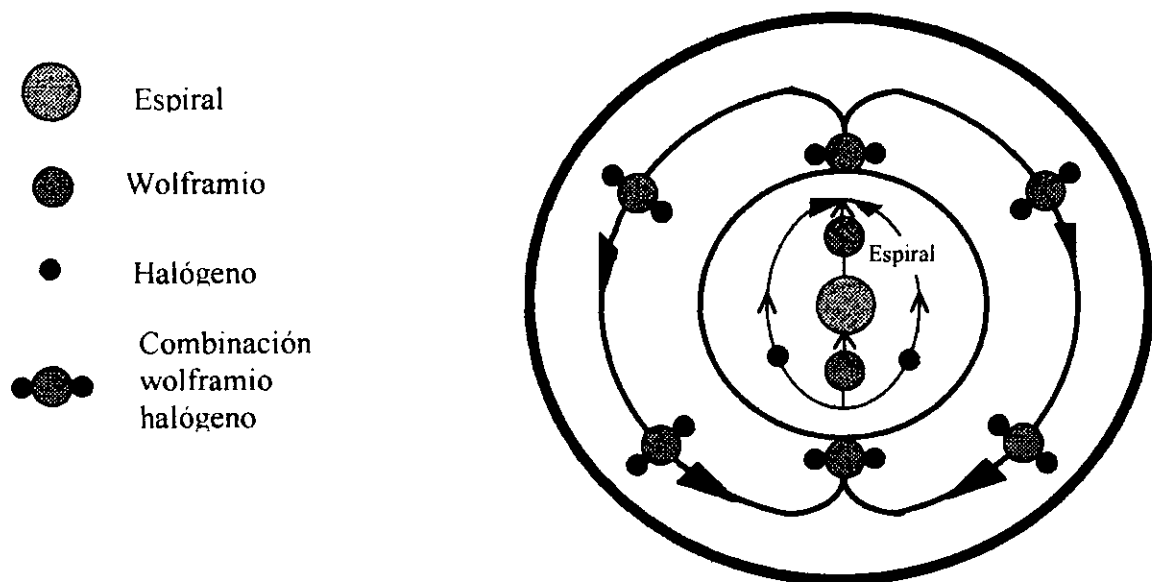


FIG. 2.10 CICLO DEL HALÓGENO

Las reducidas dimensiones de este tipo de lámparas permiten la utilización de gases inertes de mayor precio, básicamente kriptón y Xenón (también se emplea el argón como en las convencionales).

En las de doble envoltura se emplea nitrógeno con gas de relleno entre las dos ampollas.

El casquillo puede ser fabricado de los siguientes materiales:

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

- Cerámicos (R), en las de cuarzo - yodo.
- Edison (E), en las de doble envoltura.
- Espigas (G) o Bayoneta (B) en las de baja tensión.

II.2.2.2.3. INCANDESCENTES ESPECIALES.

Algunas de las lámparas incandescentes especiales y sus aplicaciones más notables son las siguientes.

LAMPARAS DICROICAS O DE HAZ FRÍO.

Basadas en el mismo principio que las halógenas de baja tensión con reflector dicroico, lámparas reflectoras conocidas como halógenas PAR 38, cuyo interior en lugar del filamento convencional existe una lámpara halógena miniatura. Un ejemplo de utilización es en quirófanos.

LÁMPARAS DE PROYECCIÓN Y ESCENARIOS (CINE, TEATRO, TV.)

Pueden ser convencionales o halógenas, con o sin reflector incorporado (algunas de ellas, de haz frío como las anteriores).

LAMPARAS DE AUTOMÓVIL.

Convencionales o halógenas, normalmente de 12 V.

LAMPARAS INFRARROJOS.

Generalmente emiten dentro del infrarrojo de corta longitud de onda. El filamento de tungsteno alcanza temperaturas del orden de 2500 °K. Se pueden distinguir:

LÁMPARAS PARA APLICACIONES INDUSTRIALES (secado rápido, gelificación, polimerización), convencionales (250 o 375 W) o halógenas (500 -3000 W), normalmente de ampolla clara y reflector incorporado.

Este tipo de lámparas están teniendo una aplicación creciente en las encimeras vitrocerámicas para el cocinado doméstico.

LÁMPARAS PARA AVICULTURA, generalmente reflectoras convencionales (100 - 375 W), con ampolla mateada para uniformizar el flujo y reducir la radiación visible.

II.2.3. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A BAJA PRESIÓN (FLUORESCENTES).

La lámpara fluorescente fue desarrollada en 1938 y hasta nuestros días es una de las más utilizadas para iluminar grandes áreas interiores y exteriores. La lámpara fluorescente es una fuente de descarga eléctrica que hace uso de la energía ultravioleta generada a una alta eficiencia por un vapor de mercurio en un gas inerte (argón, kriptón o neón) a baja presión para activar un revestimiento de material fluorescente (fósforo) depositado sobre la superficie interna de un tubo de vidrio.

La lámpara fluorescente produce energía luminosa debido al paso de la corriente eléctrica a través de los electrodos, que al calentarse liberan electrones del material con el cuál están revestidos.

Además de los electrones térmicamente, existen también electrones que son liberados por la diferencia de potencial entre los electrodos. Estos electrodos viajan de un cátodo hacia otro a altas velocidades, estableciendo una descarga eléctrica (ARCO) a través del vapor de mercurio.

El choque de los electrones con el átomo de mercurio liberan radiación ultravioleta a una longitud de onda de 253.7 nanómetros que es convertida por los fósforos en luz visible

II.2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.

Las lámparas fluorescentes tienen las siguientes características:

- ♦ Poseen un cátodo consistente en un filamento de tungsteno revestido de óxidos en cada extremo de la lámpara, entre los cuales se produce el arco.
- ♦ Contienen en el interior una combinación de gases que varía de acuerdo al tipo de lámpara.
- ♦ La parte interior de la bombilla tiene un revestimiento de diversos tipos de polvos fluorescentes, que determinan la tonalidad de la luz emitida.
- ♦ Se fabrica en diferentes tipos de arranque (Instantáneo, rápido y de precalentamiento), y también en diferentes potencias para cubrir necesidades específicas de iluminación

El alumbrado fluorescente ha llegado a ser la fuente normal de iluminación en las nuevas construcciones y el sistema óptimo para iluminar comercios, oficinas, fábricas, hoteles, estacionamientos, así como anuncios exteriores.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

La lámpara fluorescente requiere de tres elementos o componentes para producir luz visible: (1) electrodos, (2) gas y (3) fósforo (Fig. 2.11).

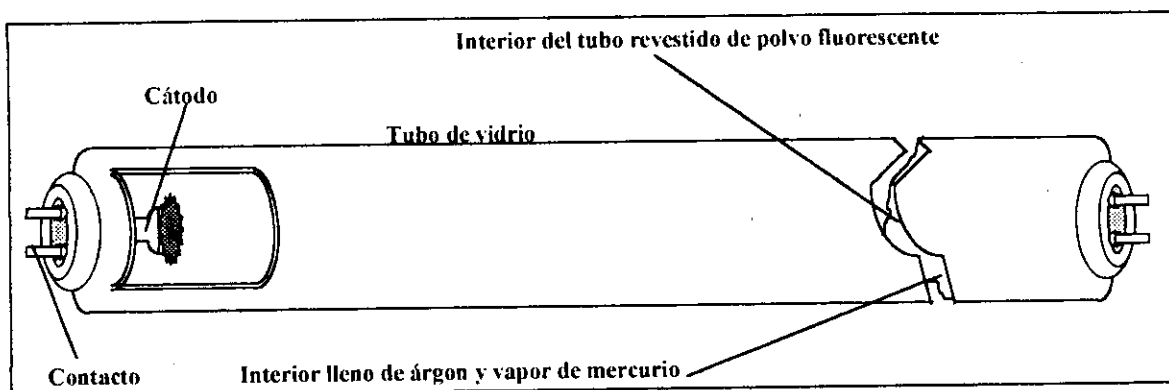


FIG. 2.11 ELEMENTOS QUE CONFORMAN UNA LAMPARA FLUORESCENTE.

♦Electrodos (cátodos).- Los electrodos son los dispositivos emisores. Actualmente se utilizan dos tipos de cátodos. El cátodo caliente es un filamento de tungsteno con doble o triple arrollamiento, cubierto con un óxido de tierra alcalina que emite electrones cuando se calienta; estos son emitidos a una temperatura aproximada de 900 °C. Los electrones están sujetos a un voltaje mayor, emitiendo electrones a 150 °C aproximadamente.

♦Gases.- Pequeñas cantidades de gotas de mercurio se colocan en el interior del tubo fluorescente; cuando opera la lámpara, el mercurio se vaporiza a una presión muy baja que provoca que la corriente fluya a través del vapor y que radié energía a una longitud de onda en la región ultravioleta (253.7 nm) del espectro. La presión del mercurio es regulada durante la operación, por la temperatura de la pared del bulbo. La lámpara también contiene una pequeña cantidad de un gas raro altamente purificado, los más comunes son el Argón y el Argón - Neón, pero también es utilizado el Kriptón. El gas se ioniza rápidamente cuando se aplica un voltaje suficiente a la lámpara. El gas ionizado decrece rápidamente su resistencia, permitiendo que la corriente fluya y el mercurio se vaporice.

♦Fósforo.- Este es el recubrimiento químico en la pared interior del bulbo. Cuando el fósforo es excitado por radiación ultravioleta a 253.7 nanómetros, este produce luz visible por fosforescencia, es decir, la luz visible de una lámpara fluorescente es producida por la acción de la energía ultravioleta en el recubrimiento de fósforo dentro del bulbo.

♦Envolvente.- El bulbo es el envolvente de vidrio que contiene los gases y proporciona una superficie a la cuál puede aplicarse el fósforo. Los bulbos se designan de acuerdo a su forma, diámetro y color.

♦Base.- La base proporciona la conexión eléctrica entre la lámpara y el zócalo y sirve como soporte y alineamiento de la lámpara. Hay tres tipos de bases asociadas con las lámparas fluorescentes:

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

- 1.- Doble alfiler (miniatura, media, mogul): Se usa en todas las de precalentamiento y la mayoría de lámparas de arranque rápido.
- 2.- Doble contacto embutido: Se utiliza en las lámparas de alta emisión y Power Groove. Su propósito es proteger a los usuarios del alto voltaje en los contactos.
- 3.- Contacto sencillo: Usado en lámparas de arranque instantáneo.

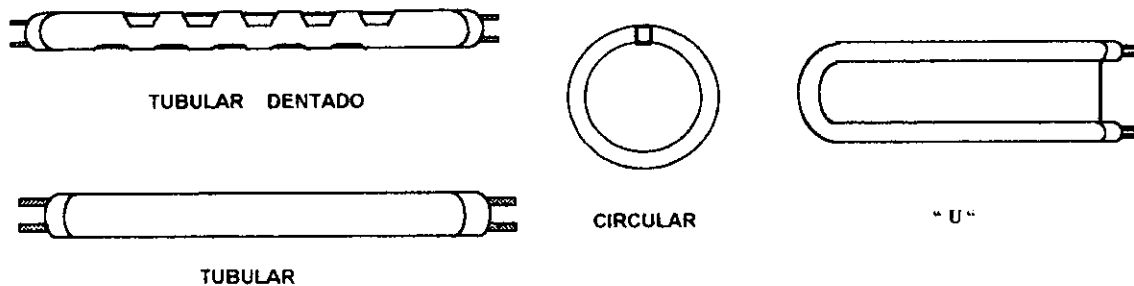


FIG. 2.12 FORMAS DE TUBOS FLUORESCENTES

Hay seis lámparas fluorescentes blancas en el mercado:

CW: Blanco frío	CWX: Blanco frío de lujo.
WW: Blanco cálido	WWX: Blanco cálido de lujo.
W: Blanco	D: Luz de día

II.2.3.2. TIPOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES.

Las lámparas fluorescentes son fabricadas en varios tipos, las hay de encendido normal (P), arranque rápido (AR) y arranque instantáneo (AI).

LAMPARA FLUORESCENTE DE ENCENDIDO NORMAL O PRECALENTAMIENTO.

En los sistemas de lámparas fluorescentes de encendido normal se requiere el uso de un arrancador que suministra durante varios segundos un flujo de corriente a través de los cátodos para calentarlos, este periodo es el tiempo que transcurre desde el encendido de la lámpara hasta que emite luz. Los cátodos se precalientan para emitir electrones que ayuden a producir el arco a un voltaje más bajo.

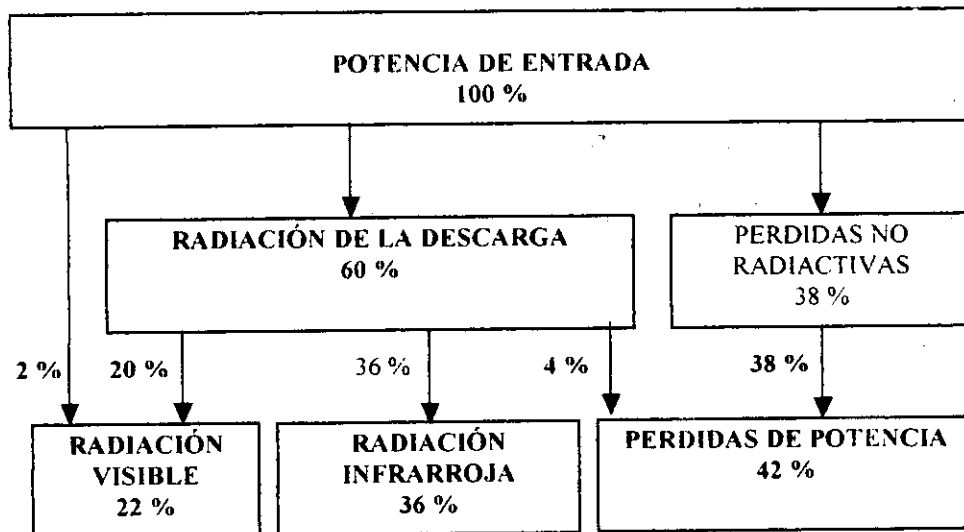


FIG. 2.13 Distribución de energía en una lámpara fluorescente con 78.8 lm/watt (40 watts) y con 22 % de radiación visible.

LAMPARAS FLUORESCENTES DE ARRANQUE RÁPIDO.

En los sistemas de lámparas fluorescentes de arranque rápido el circuito de arranque rápido difiere del de precalentamiento en que su tensión de calentamiento es suministrado por un devanado especial en el balastro en forma continua en comparación con los circuitos de arranque de precalentamiento, en que el voltaje de calentamiento de los cátodos no existe después de la formación del arco. El circuito de arranque rápido suministra una pequeña corriente de calentamiento aún cuando la lámpara se encuentre operando.

LAMPARAS FLUORESCENTES DE ARRANQUE INSTANTÁNEO.

En los sistemas de lámparas fluorescentes de arranque instantáneo no se necesita arrancador ya que el balastro suministra un voltaje lo suficientemente alto como para producir el arco en forma instantánea. Usan una base media de dos espigas, la cual tiene una conexión entre ambas en cada uno de los extremos produciendo el mismo efecto que los de una espiga en cada cátodo.

LAMPARAS FLUORESCENTES H.O. (ALTA LUMINOSIDAD).

Son lámparas de arranque rápido, están diseñadas para trabajar en interiores y exteriores y producen un 45 % más de luz que las lámparas normales de tamaño similar.

LAMPARAS FLUORESCENTES V.H.O. (MUY ALTA LUMINOSIDAD).

Los sistemas de lámparas fluorescentes de muy alta emisión (V.H.O.) trabajan a 1500 miliamperes y el funcionamiento más eficiente se obtiene con una presión de vapor de mercurio de 6 a 10 micrones aproximadamente, la cual es la presión de mercurio entre 40 y 45 °C.

LAMPARAS FLUORESCENTES SLIMLINE.

En los sistemas de lámparas fluorescentes Slimline, al igual que los de arranque rápido, su función de calentamiento es suministrado por un devanado especial en el balastro en forma continua. Dado que los cátodos de las lámparas slim no necesitan calentamiento previo, se requiere base con una sola espiga en cada uno de los extremos de la lámpara.

LAMPARAS DE LUZ NEGRA

Emiten radiación ultravioleta dentro de la banda de 300 - 400 nm. y llevan un vidrio especial (Wood) que prácticamente sólo transmite la radiación UV-A. Existen en potencias de 6, 18 y 36 Watts, y sus aplicaciones características son:

- Medicina (dermatosis, cataratas, etc.)
- Filatelia y numística (detección de falsificaciones).
- Arqueología (fósiles).
- Efectos decorativos.
- Alimentación (detección de productos en mal estado).

LAMPARAS ACTINICAS.

Emiten radiación ultravioleta (UV-A) y visible (violeta y azul), con un máximo de emisión concentrada entre los 350 y 400 nm. Existen en potencias de 20-85 W. Con aplicaciones en:

- Reprografía.
- Fotoquímica, fototerapia y trampas para insectos (atracción y electrocución).
- Bronceado artificial (algunos tipos de lámparas solares).

LAMPARAS ERITERMICAS.

Emiten predominantemente radiación ultravioleta (UV-B) y algo de visible (menos del 10%), con picos de emisión en los 300-315 nm. esta región del espectro (ultravioletas medios) existe en la radiación solar y es responsable del bronceado de la piel.

El tubo está construido en un vidrio adecuado para transmitir la radiación y su aplicación fundamental (lámparas solares) debe realizarse bajo estricta supervisión médica.

LAMPARAS GERMICIDAS.

Su emisión se centra, casi totalmente, en la banda de 253,7 nm (UV-C). El tubo, de material transparente a esta longitud de onda , no lleva ningún tipo de recubrimiento a fin de mejorar la transmisión. Su gama de potencias es de 15-40 W. y sus aplicaciones se centran en la destrucción de microorganismos:

- Desinfección del aire (conductos de ventilación).
- Esterilización de líquidos y sólidos (hospitales, industria farmacéutica y alimentaria).
- Polimerización de resinas.
- Informática (borrado de memorias EPROM).

La utilización de estas lámparas exige precauciones especiales, como el estar en recintos opacos al UV-C, así como el uso de guantes y gafas de protección.

LAMPARAS PARA CRECIMIENTO DE PLANTAS.

Se trata de una amplia gama (8-125 W.) de lámparas, que presentan una alta emisión en el rojo y el azul, particularmente útiles en los procesos de fotosíntesis y función clorofílica de las plantas. Estas plantas limitan la emisión en la región verde del espectro (reflejada por la clorofila), lo que permite concentrar la radiación emitida en las bandas útiles del espectro.

II.2.4. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO ALTA PRESIÓN.

La primera lámpara de descarga de alta intensidad fue inventada por Peter Cooper Hewit en el año de 1901, siendo ésta una lámpara de vapor de mercurio; la primera lámpara de vapor de mercurio alta presión, similar a las usadas en la actualidad hizo su aparición en el año de 1934 en la potencia de 400 watts; desde entonces, se han incrementado con diferentes tipos de lámparas, siguiendo el mismo principio de funcionamiento (arco de descarga). Grandes adelantos técnicos y nuevas aplicaciones han incrementado el uso de estas lámparas durante los últimos años, debido a sus extraordinarias características, como son su alta eficacia, rendimiento de color y un buen mantenimiento de lúmenes.

En las lámparas de descarga de alta intensidad, la energía lumínica se produce por el paso de una corriente eléctrica a través de un medio gaseoso, a diferencia de una lámpara incandescente que lo hace a través de un filamento. La aplicación de una tensión eléctrica ioniza el gas y permite que la corriente pase entre los electrodos colocados en ambos extremos del tubo de arco. Los electrones que forman el arco de descarga, se encuentran acelerados a gran velocidad cuando entran en colisión con los átomos de mercurio, alterando temporalmente su estructura atómica. La luminosidad se genera por la energía desprendida por los átomos alterados al volver a su estado normal.

Las lámparas de descarga de alta intensidad tienen características de resistencia negativa y requieren un limitador de corriente y voltaje, tal como una reactancia inductiva o capacitiva o una resistencia en serie con la lámpara (balastro).

En esta familia se agrupan tres tipos básicos de lámparas: vapor de mercurio (propriadamente dicha), luz mezcla y halogenuros metálicos. Además de éstas, existen también otras lámparas, basadas en el mismo principio, destinadas a aplicaciones especiales.

Son denominadas también como fuentes de descarga gaseosa de alta presión o intensidad.

II.2.4.1. LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.

La descarga de vapor de mercurio alta presión (2-4 bar) presenta las siguientes características, comunes de las descargas en alta presión, comunes de las descargas en alta presión:

- Concentración del arco en el eje del tubo, con un gradiente de temperatura elevado (del orden de 5000 °K) entre este eje y la pared del tubo.
- Las principales líneas espectrales del mercurio a alta presión se localizan en el ultravioleta (313 y 365 nm), violeta, azul, verde y amarillo.

El elemento productor de luz es un tubo de arco. El tubo de arco es construido de cuarzo, el cual permite transmitir la radiación ultravioleta. El tubo de arco contiene mercurio y una pequeña cantidad de argón, neón y kriptón. Cuando la lámpara es energizada se genera un arco entre el electrodo principal y el de encendido, en cuanto se ioniza el mercurio, la resistencia dentro del tubo de arco disminuye. Cuando la resistencia interna del tubo de arco es menor que la resistencia externa, el arco se establece entre los electrodos principales. El mercurio continua ionizándose, incrementándose la emisión luminosa, la luz producida es típica de las líneas de mercurio, generando energía ultravioleta. El tubo de arco es operado desde 1 a 10 atmósferas de presión (Fig. 2.14).

Las lámparas de vapor de mercurio alta presión, han sido las primeras lámparas de descarga de alta intensidad utilizadas de forma masiva, en toda serie de aplicaciones en las que importa fundamentalmente la cantidad de luz.

No obstante, en general, presentan las siguientes ventajas:

- Equipo auxiliar muy sencillo (balastro y condensador de compensación) y costes de inversión moderados.
- Alternativa, casi única, en aquellas aplicaciones en que la altura de implantación obliga a utilizar lámparas de alta intensidad y además se desea crear un ambiente frío (prestación que no puede satisfacer el sodio).
- Reproducción fiable de los colores verdes, los que las hace adecuadas para alumbrado exterior en parques y jardines.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

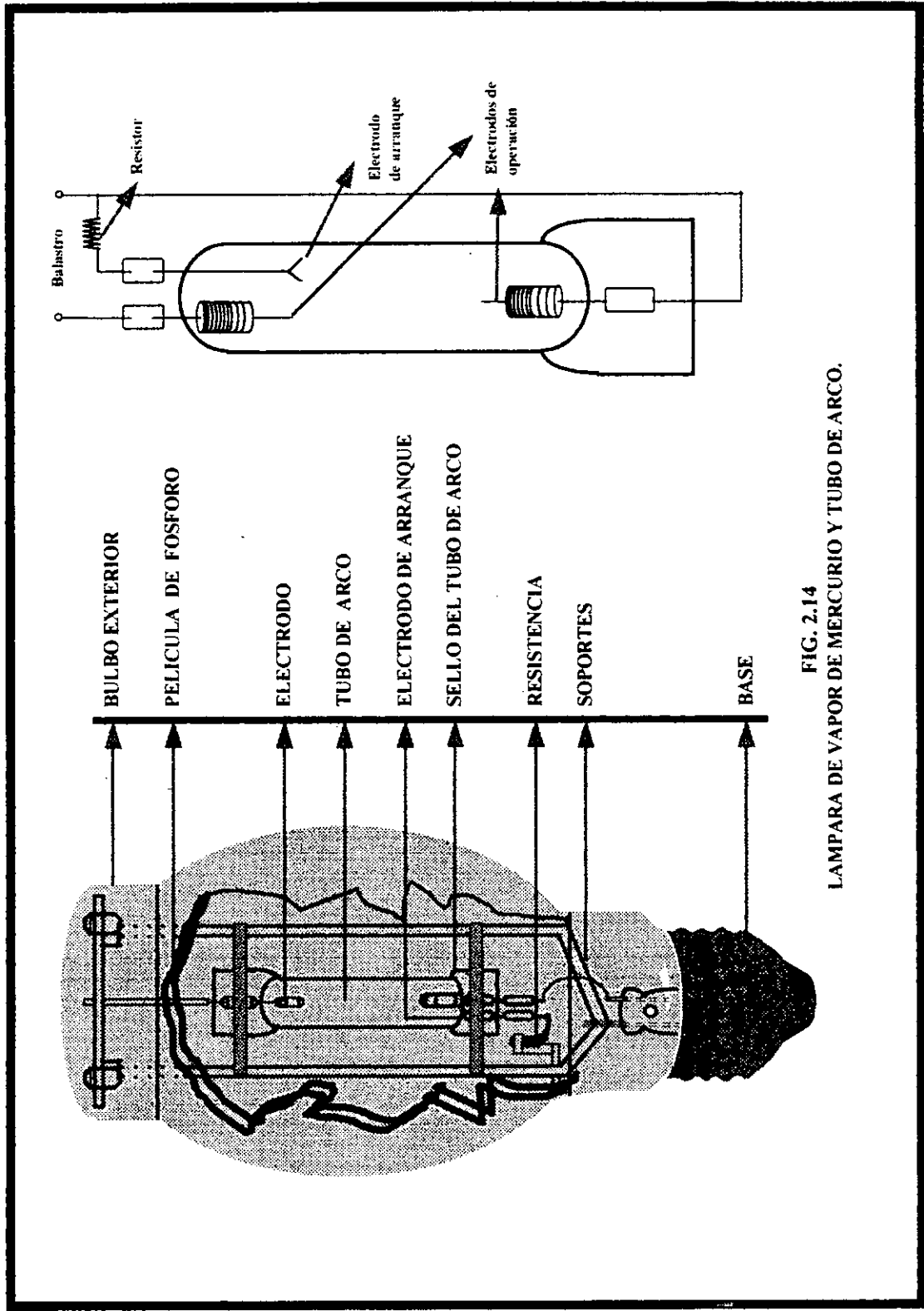


FIG. 2.14
LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO Y TUBO DE ARCO.

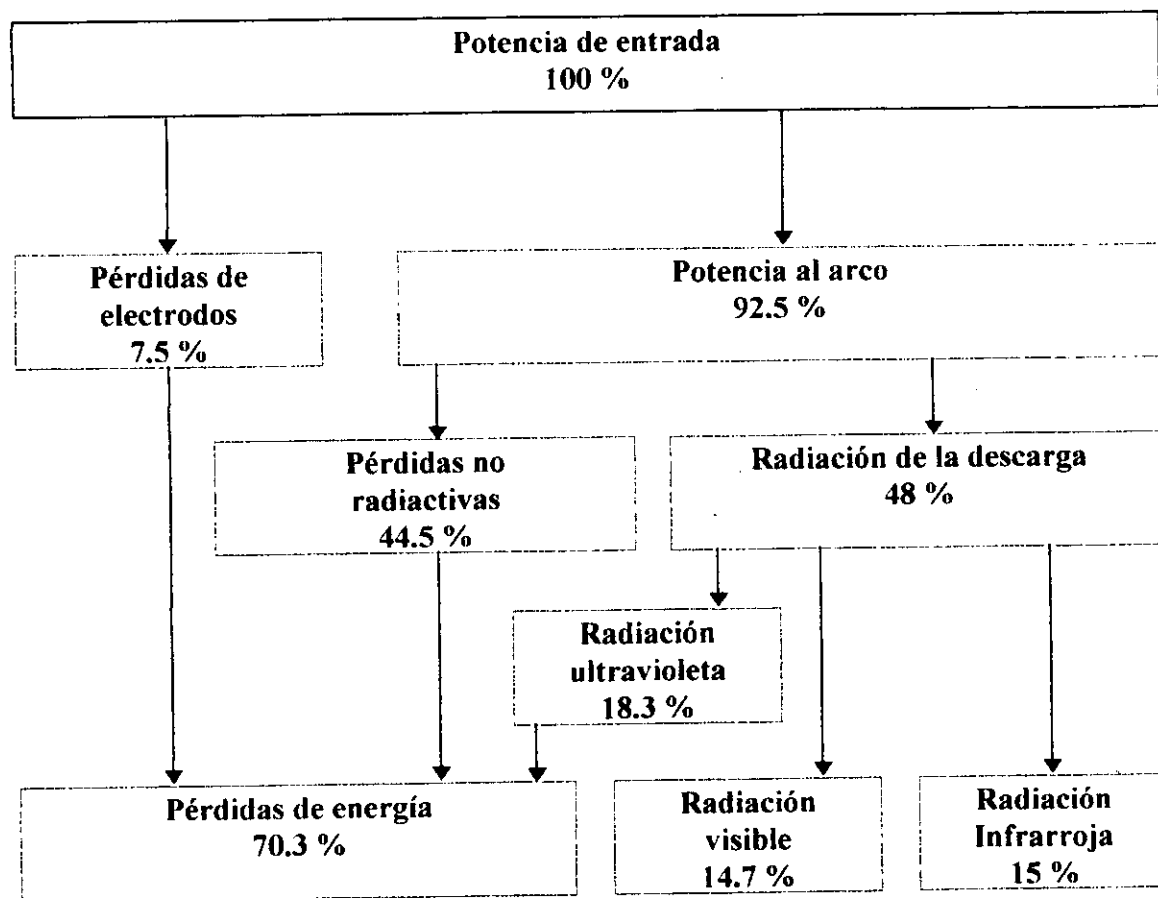


FIG. 2.15 Distribución de energía para lámpara de vapor de mercurio con 56.3 lm/Watt 400 Watts.

En cuanto a las limitaciones, presenta una menor eficacia luminosa que el resto de las lámparas de descarga de alta intensidad.

En cuanto a la situación futura de este tipo de lámpara, no se prevé su desaparición, ni siquiera a largo plazo, dado el elevado número de instalaciones existentes equipadas con estas lámparas, a pesar de que, cada vez más, se tiende a su sustitución por lámparas de sodio. En la actualidad se están diseñando nuevas instalaciones con vapor de mercurio, por lo que se considera asegurada su permanencia.

II.2.4.2. LAMPARAS DE LUZ MEZCLA.

Son lámparas de vapor de mercurio de color corregido, con balastro incorporado, por lo que se conocen en ocasiones como lámparas de mercurio autobalastadas. El

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

balastro, en lugar de ser una inductancia es una resistencia (filamento de tungsteno) situada alrededor del tubo de descarga, y tiene por función:

- ♦ Asegurar la estabilización de la descarga.
- ♦ Mejorar el rendimiento de color de la lámpara, mediante el espectro continuo emitido por el filamento.
- ♦ Mejorar el factor de potencia de la lámpara, que se aproxima a la unidad.

Sus ventajas más importantes son:

- ♦ Eficacia luminosa más elevada (entre 30-70 %, dependiendo de la potencia).
- ♦ Mayor duración.
- ♦ Sustitución directa sin otra inversión que el coste de las lámparas (pueden conectarse directamente a la red).

Es un producto en claro retroceso, con una tendencia a desaparecer a medio plazo. No se han introducido nuevas potencias en la gama disponible tradicionalmente, ni se prevé ningún nuevo desarrollo. Su ámbito de utilización queda restringido a los pequeños locales comerciales e industriales, en sustitución de las incandescentes, sin costes, suplementarios en luminarias y balastos.

II.2.4.3. LAMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS.

Son lámparas derivadas de las de vapor de mercurio alta presión, en las que el tubo de descarga contiene diversos aditivos metálicos, generalmente en forma de yoduros, de modo que las líneas de emisión de estos metales cubran las zonas apropiadas del espectro visible, con el objeto de potenciar la eficacia luminosa y el rendimiento del color o ambas características simultáneamente

Los elementos utilizados son tales como disprosio, galio, indio, litio, escandio, sodio, talio, torio y otros, combinados con un halógeno (yodo), dado que estos metales en estado libre atacan al cuarzo del tubo de descarga (FIG. 2.16).

Las lámparas de descarga de Alta Intensidad poseen características específicas, las cuales hacen de estas fuentes de luz sumamente eficientes.

- ♦ Poseen un tubo de arco en el cual se lleva a cabo la descarga.

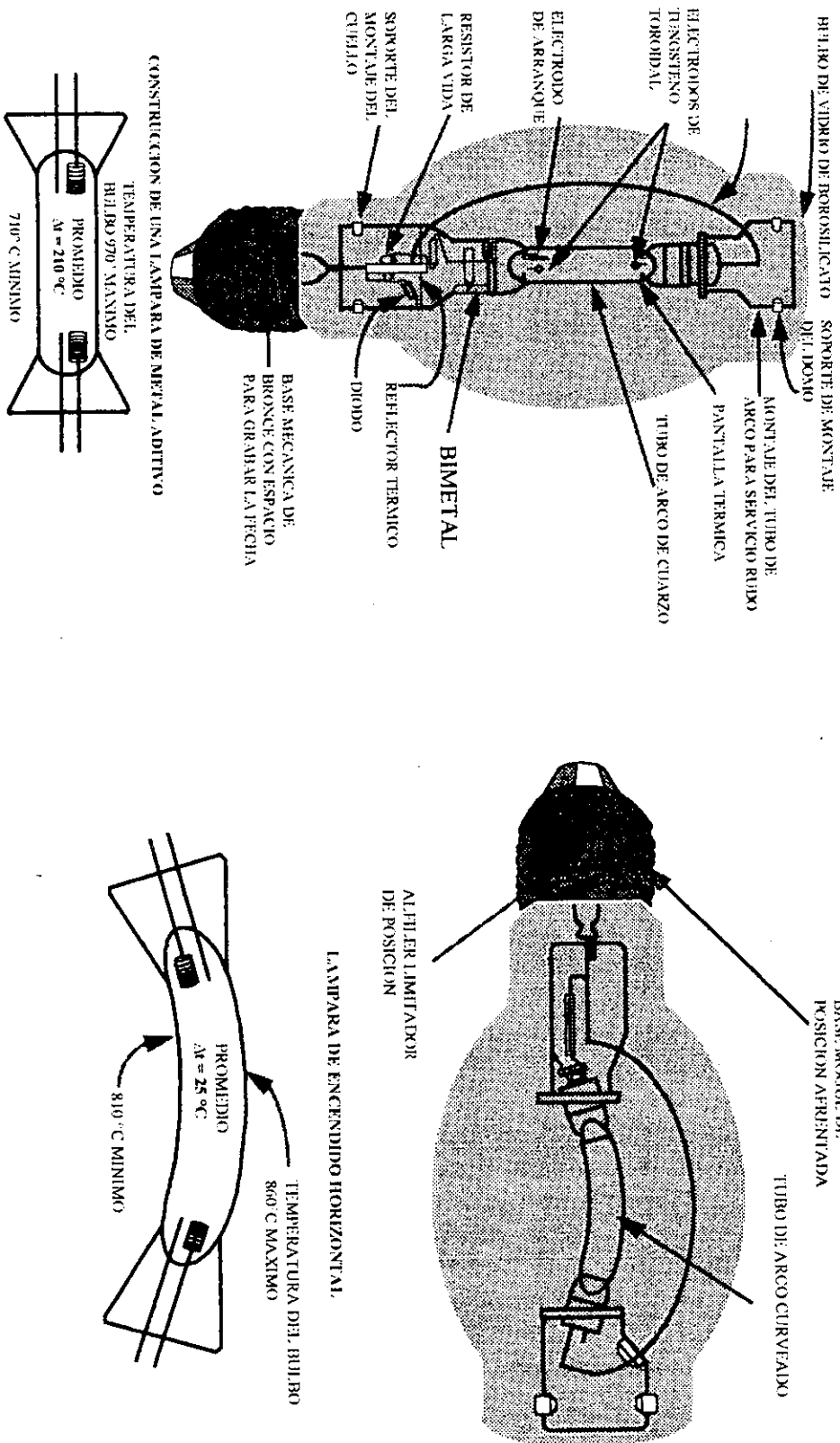


FIG. 2.16 Variación de temperatura interna y temperatura de la pared, de una lámpara de aditivos metálicos

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

- ♦ Contienen en el interior del tubo de arco una combinación de gases que varía dependiendo del tipo de lámpara de la cual se trate.
- ♦ En la bombilla exterior de borosilicato contienen un relleno de gas nitrógeno que protege al tubo de arco.
- ♦ Contienen una montadura donde se encuentra el tubo de arco, un bimetálico, un reflector térmico, un diodo y otros componentes.
- ♦ Se producen en diferentes tipos (mercurio, sodio, aditivos metálicos, luz mixta) y en diferentes wattajes para cubrir necesidades específicas de iluminación.

Las lámparas de halogenuros metálicos no generan prácticamente radiación ultravioleta, por lo cual sus ampollas exteriores no están recubiertas de sustancias fluorescentes; en algunos casos se añade, en su lugar, una capa difusora con objeto de reducir la luminancia de la lámpara. Como excepción, las lámparas de ampolla exterior de cuarzo (clara), emiten una parte de ultravioleta, lo que obliga a adoptar precauciones de montaje (proyectors cerrados, con filtro UV) Fig. 2.17.

Se pueden distinguir dos tipos básicos de lámparas de halogenuros:

- ♦ Con ampolla exterior de vidrio, en diversas formas.
- ♦ Con ampolla exterior de cuarzo, de dimensiones reducidas y adaptadas a pequeños sistemas de proyección.

El funcionamiento de este tipo de lámparas, comienza con el encendido el cual requiere de tensiones muy elevadas (1.5 a 5 Kv) que son suministradas generalmente por un arrancador

Este arrancador está formado por un circuito electrónico, cuya parte fundamental es un tiristor que suministra un impulso o pico de tensión muy elevado, una vez por cada ciclo. Una vez producida la descarga, el arrancador queda desactivado, dejando de emitir impulsos de tensión.

Existen también lámparas destinadas a la sustitución de las de vapor de mercurio, que no exigen arrancador externo, sino que provocan el encendido mediante un interruptor bimetálico incorporado en la propia lámpara. El período transitorio, hasta alcanzar las condiciones de régimen puede alcanzar desde los 3-5 minutos, hasta los 10 minutos en algunos tipos de lámparas Fig. 2.18.

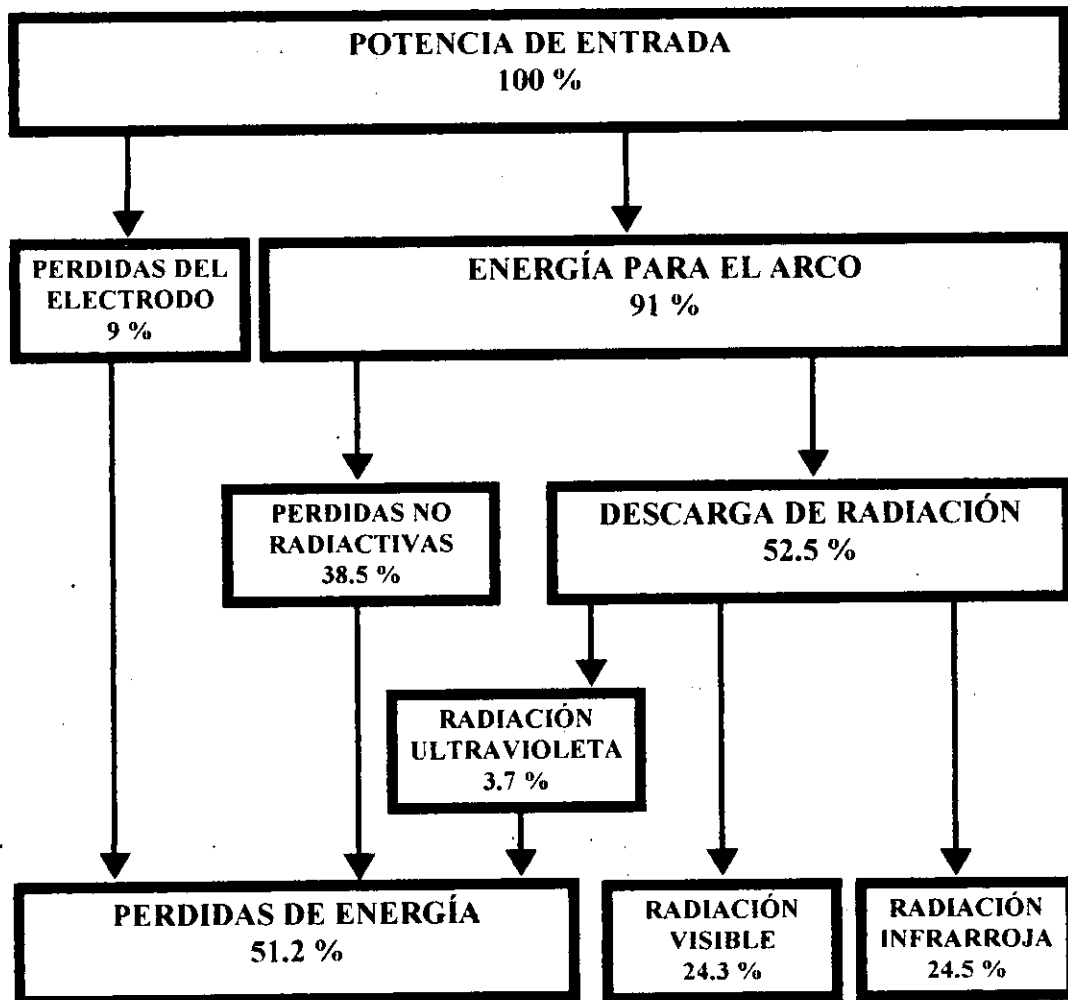


FIG. 2.17 Distribución de energía en una lámpara de aditivos metálicos con 10 lm/watt y 24.3 % de radiación visible

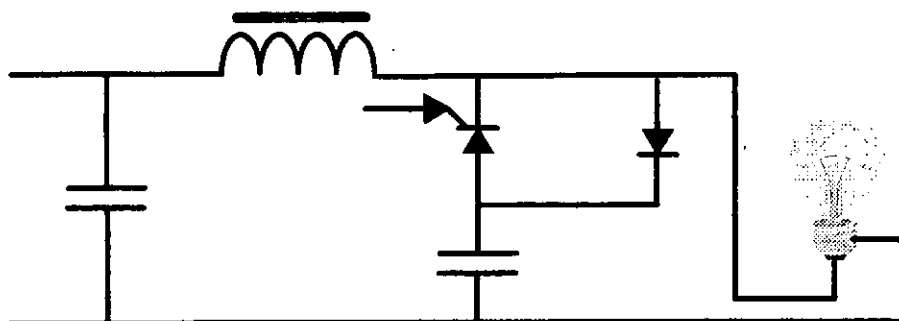


FIG. 2.18 CIRCUITO DE CONEXIÓN

II.2.5. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESIÓN.

La descarga en vapor de sodio de baja presión es muy similar a la de mercurio baja presión, con la diferencia de que la temperatura en el tubo de descarga es más elevada (260°C) para asegurar la vaporización del sodio.

Su característica fundamental es que alrededor del 90 % de la radiación corresponde casi en su totalidad, al infrarrojo corto (IR-A); por lo que su eficacia luminosa es la más elevada de todas las fuentes de luz, lo que las convierte en lámparas con mejor aprovechamiento energético.

COMPONENTES.

TUBO DE DESCARGA. De vidrio duro, recubierto en su cara interior por una capa de vidrio tratado con boratos resistentes al sodio (que es agresivo con el vidrio normal). Su sección es circular excepto en tubos de descarga rectilíneo, cuya sección es en forma de cruz o creciente, para reducir la anchura del arco. Presenta una forma doblada en U, con una serie de salientes perimetrales, cuya menor temperatura que el resto del tubo los convierte en receptores del sodio condensado. Estos pequeños depósitos de sodio tienen por objeto impedir la migración del sodio hacia lugares indeseados del tubo de descarga. El tubo contiene los electrodos, el sodio y el gas de llenado.

ELECTRODOS. De hilo grueso de tungsteno en doble espiral, recubierto por sustancias emisivas (óxidos de metales alcalino - térreos).

Los electrodos no son precalentados (arranque en frío), por lo que la tensión de encendido es bastante elevada (400-600 V), lo que requiere la ayuda de un balastro autotransformador o un arrancador electrónico.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

El balastro autotransformador proporciona el impulso de tensión, suficiente para el inicio de la descarga, pero tiene el inconveniente de ser muy voluminoso y proporcionar unas pérdidas no despreciables FIG. 2.19.

El arrancador electrónico se basa en un tiristor que desencadena un impulso de alta tensión por la acción de un pequeño condensador en serie con una inductancia (balastro de tipo híbrido) FIG. 2.20.

El GAS de llenado es habitualmente neón, en ocasiones con un ligero contenido en argón (1%) para reducir la tensión de encendido.

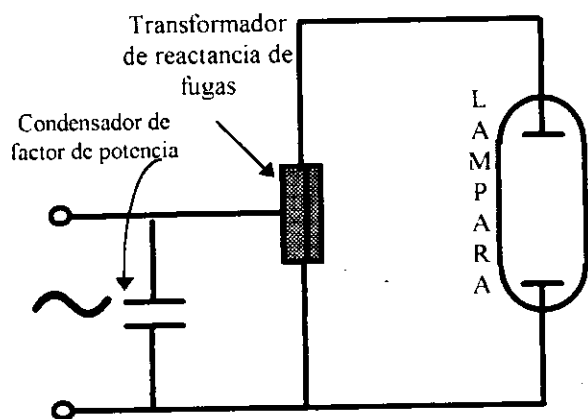


FIG. 2.19 Circuito de conexión con balastro autotransformador

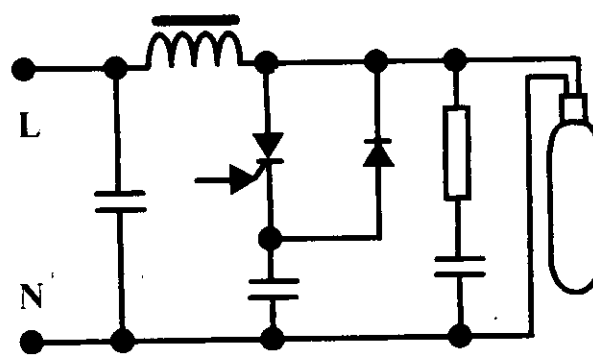


FIG. 2.20 Circuito de conexión con balastro híbrido

La AMPOLLA exterior, es de vidrio y de forma cilíndrica, recubierto internamente por una capa de óxido de indio, que transmite la radiación amarilla del sodio y refleja del orden del 80 % de la radiación infrarroja hacia el tubo de descarga. La misión de esta ampolla es mantener la temperatura óptima del tubo de descarga (260°C), para lo cual, además de la reflexión del infrarrojo, se hace el vacío (ausencia de transmisión de calor por convección) y se añaden compuestos absorbentes que mantienen el vacío a lo largo de la vida de la lámpara, al absorber los gases que se producen cuando la lámpara está en servicio.

La luz de sodio, por su coloración amarillo - naranja, no permite distinguir adecuadamente los colores y no es por ello apropiada para el alumbrado ordinario. sin embargo su elevado rendimiento la hace atractiva allí donde la distinción de colores no sea fundamental, como por ejemplo en vías públicas, almacenes y grandes talleres, parques ferroviarios y estaciones, etc., o donde el monocromatismo constituye en sí mismo una ventaja, como en señalización, o en alumbrado exterior de monumentos.

II.2.6. LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN.

La descarga en vapor de sodio alta presión ha encontrado la dificultad de su desarrollo práctico en la obtención de un material resistente al sodio, a las temperaturas del orden de los 1000 °C que se producen en el tubo de descarga y, a la vez, transparente a la radiación visible. La preparación del primer tubo de descarga capaz de reunir estas características data del año 1960 (FIG. 2.21).

En contraposición con las de descarga de sodio de baja presión, la descarga en alta presión, presenta las siguientes características:

- Contracción intensa del arco, en el que el tubo de descarga, con un alto gradiente de temperatura entre el arco (4.000 °K) y la pared del tubo (1.500 °K).
- Espectro de emisión de bandas ampliadas, muy destacadas las típicas del sodio de 589 y 589,6 nm. junto con otras suplementarias (498, 568-569, 615-616 nm, e infrarrojo) producto de las transiciones de niveles energéticos más elevados y una muy pequeña parte continua. No existe prácticamente emisión ultravioleta.

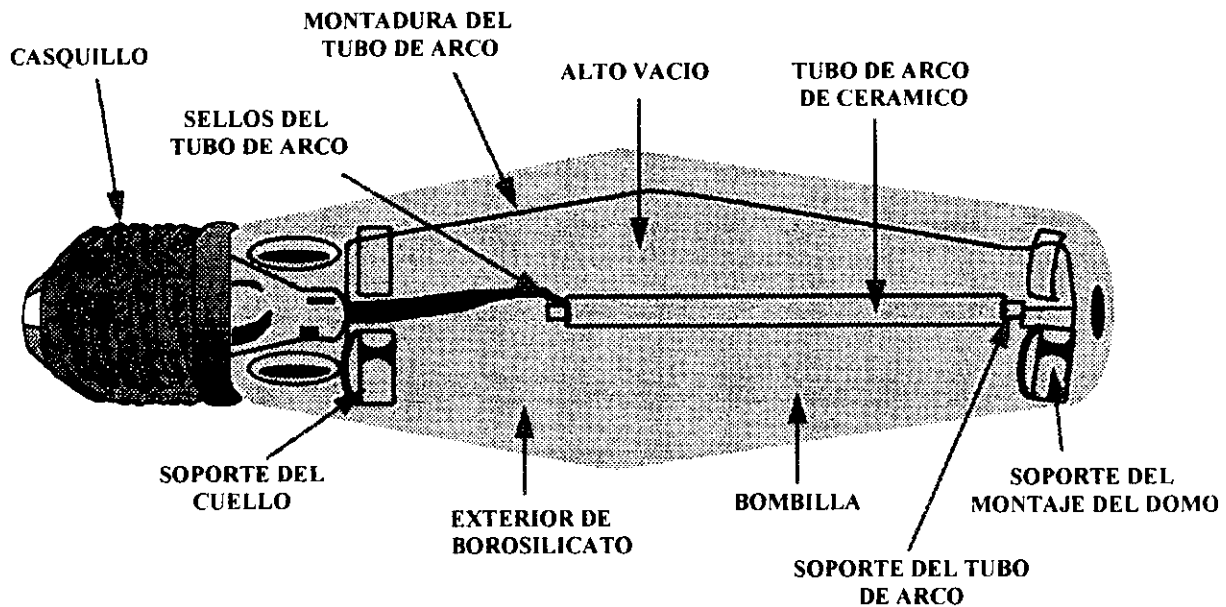


FIG. 2.21 COMPONENTES DE UNA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO

El elemento productor de luz es un tubo de arco. El tubo de arco es pequeño en diámetro para mantener la temperatura de operación alta. Debido a que el diámetro es pequeño, no hay electrodo de arranque dentro del tubo de arco. El sodio operando a una presión alta y a

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

alta temperatura tiene un efecto corrosivo sobre el vidrio ordinario o cuarzo. Por eso , el tubo de arco está hecho de cerámica de aluminio. El tubo de arco contiene Xenón, una amalgama de mercurio y sodio operando a una presión de 200 mm., de mercurio.

Tiempo de encendido = 3 min. (80 %)

reencendido = 1 min. (80 %)

Envolvente (bulbo).— La envolvente ayuda a mantener el tubo de arco dentro de una temperatura ambiente constante y protege al tubo de arco de corrientes de aire.

Conexión eléctrica.— La conexión eléctrica es una base mogul. La lámpara requiere un pulso de energía de 2500 a 5000 V. para el encendido de la lámpara. Esto se realiza por medio de un pequeño dispositivo de arranque electrónico, que suministra el pulso de alto voltaje para abatir la resistencia y encender la lámpara Fig. 2.23. Como las restantes lámparas de descarga, las de sodio alta presión presentan una característica tensión - corriente negativa.

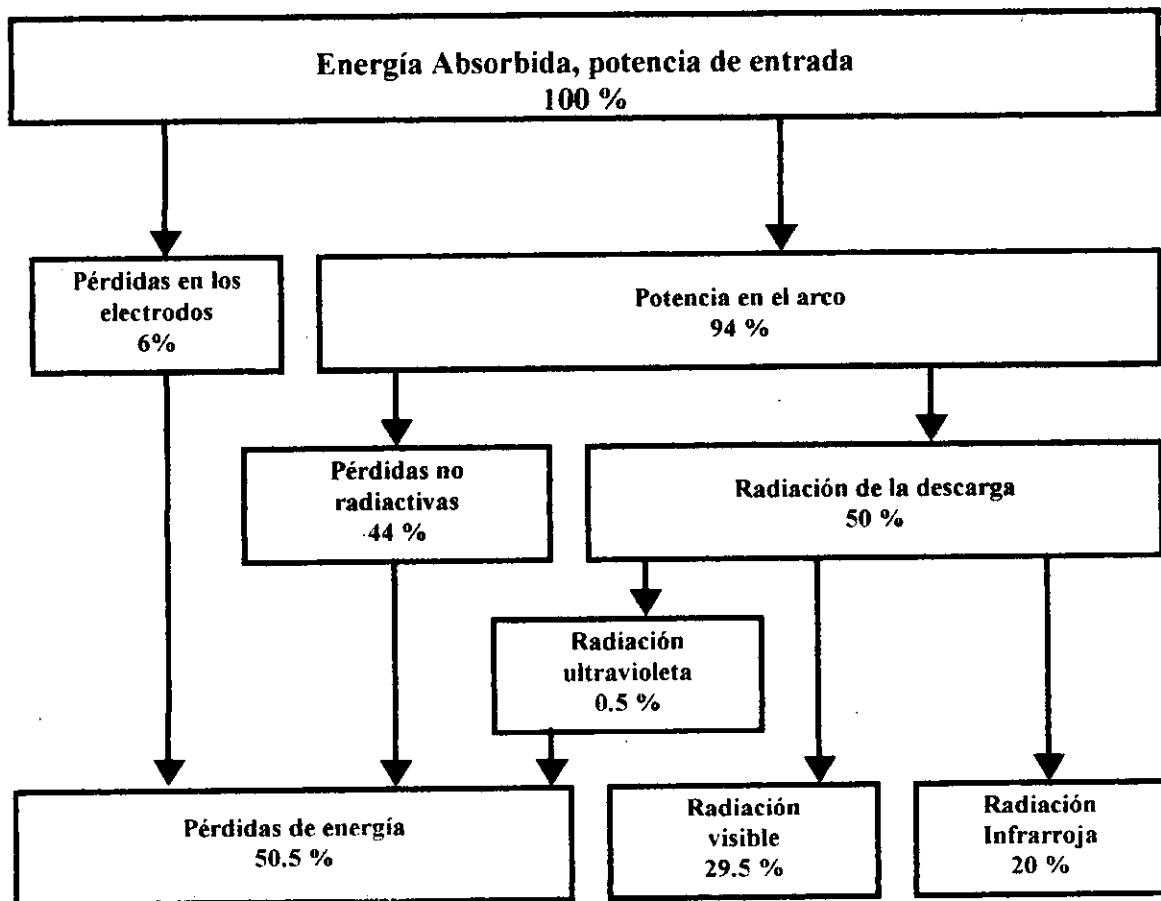


FIG. 2.22 Distribución de energía para la lámpara de sodio alta presión con 125 lm/watt y 29.5 % de radiación visible

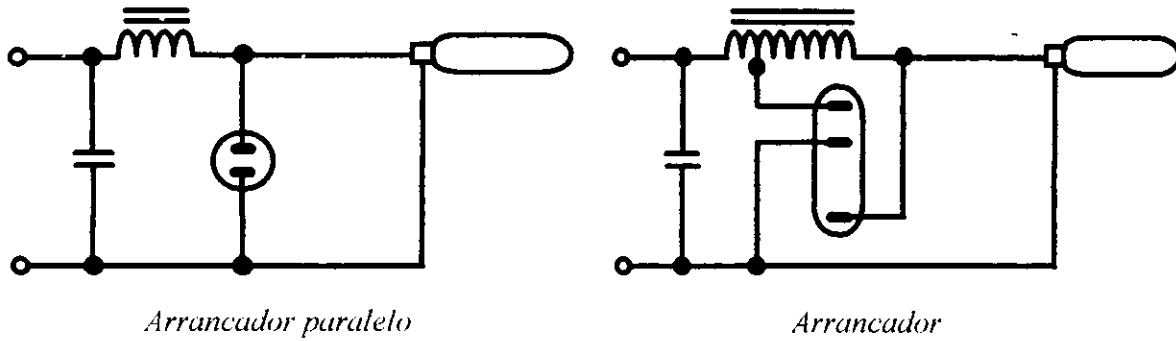
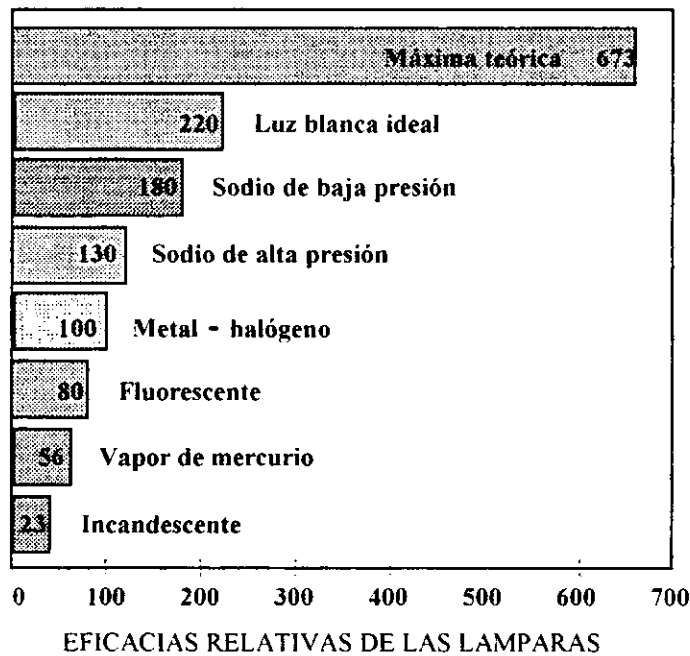


FIG. 2.23

Gráfica 2.1 Eficacia relativa de las lámparas



II.2.7. OTROS TIPOS DE LAMPARAS.

LAMPARAS DE XENÓN.— Son lámparas de descarga en alta presión, que se diferencian de otras, como por ejemplo las de vapor de mercurio a alta presión, por:

- Un gradiente de tensión más débil, a la misma presión, lo que trae como consecuencia una corriente más elevada.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

- Un espectro más continuo y completo, cercano al cuerpo negro a 5,000-6,000 °K (apariciencia fría o luz de día), con emisiones importantes en el ultravioleta e infrarrojo.
- Están rellenas únicamente de xenón, que permite una eficacia luminosa más elevada y un mejor IRC.
- Su encendido es instantáneo, emitiendo desde el primer momento su flujo luminoso de régimen, lo cual exige una tensión de arranque muy elevada (10 a 40 Kv.) que se consigue mediante equipos auxiliares especiales.

La descarga se verifica, en el interior de un tubo de cuarzo, entre dos electrodos de tungsteno, siendo la distancia entre ellos el origen de los dos tipos básicos de lámparas de Xenón.

LAMPARAS DE ARCO CORTO.– Los electrodos están muy próximos, lo que proporciona un arco de pequeña longitud, bajo voltaje y elevada intensidad Fig. 2.24.

El tubo de descarga presenta una forma esférica en la región del arco, con distintos tamaños en función de la potencia de la lámpara y de su tipo de alimentación (continua o alterna).

Sus características más significativas son las siguientes:

- Gama de potencias: 75-6,500 W.
- Eficacia luminosa: 15-40 lm/w.

LAMPARAS DE DESTELLOS.– Formadas por un tubo de descarga de vidrio duro o cuarzo (en las de alta potencia), con formas diversas, rectilíneas, en hélice, etc.

Este tipo de lámparas produce destellos de corta duración, durante la descarga de un condensador (alimentado por una fuente de corriente continua y un transformador elevador de tensión), comandado por un generador de impulsos. Habitualmente precisan de una ayuda al encendido (ionización del Xenón) mediante un hilo auxiliar de arranque. Sus características más destacadas son:

- Gama de potencias: 750 Watts - 10 Kw.
- Eficacia luminosa: 20-30 lm/w.

Las aplicaciones de las lámparas de Xenón están actualmente centradas en los siguientes campos:

- Proyección cinematográfica.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

- Señalización marítima (faros).
- Fotografía (flash).
- Investigación (fotografía científica, microscopios).

Características	Incandescente	Vapor de Mercurio	Haluro de metal	Sodio alta presión	Fluorescente
Potencia (W)	15 a 1,500	40 a 1,000	400 a 1,500	75 a 1,000	40 a 200
Vida (Hrs)	750 a 12,00	16,000 a 24,000	1,500 a 15,000	10,000 a 20,000	900 a 30,000
Rendimiento Luminoso (lm/W)	15 a 25	20 a 60	80 a 100	100 a 130	55 a 90
Rendimiento en color	Muy bueno a excelente	Pobre a muy bueno	Bueno a muy bueno	Aceptable	Excelente
Control de la dirección de la luz	Muy bueno a excelente	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Razonable
Tamaño	Compacto	Compacto	Compacto	Compacto	Extendido
Tiempo de reencendido	Inmediato	3 a 5 min.	10 a 20 min.	Menos de 1 min	Inmediato
Costos de instalación	Bajo	Mayor que incandescente y que fluorescente	Mayor que vapor de mercurio	El más alto	Moderado
Costos de funcionamiento	Alto	Menor que incandescente	Menor que vapor de mercurio	El más bajo	Menor que incandescente y menor que vapor de mercurio

Tabla 2.8 Comparación entre diversos tipos de Lámparas

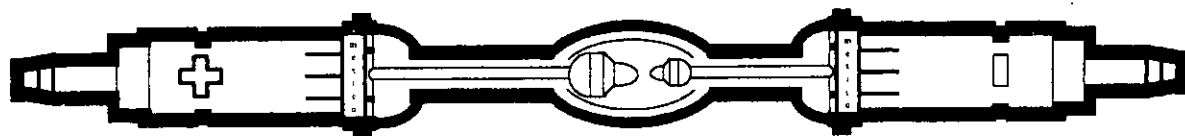


FIG. 2.24 Lámparas de arco corto.

II.3. COMPONENTES DE LAS LUMINARIAS.

II.3.1. DEFINICIÓN.

La palabra "luminario" es el termino correcto para describir lo que comúnmente se conoce como "accesorio" de iluminación, La palabra accesorio implica equipo permanentemente instalado. Más de 100,000 diferentes tipos y estilos de luminarios se hacen hoy en día. Algunos de los más importantes y usados se describen en está sección.

Un luminario es una unidad de iluminación completa consistiendo de una o más lámparas con algunos o con todos los componentes siguientes:

- a).- Porta lámparas y sockets para posicionar y conectar las lámparas a la fuente.
- b).- Balastos para encender y operar las lámparas.
- c).- Reflectores para dirigir la luz en la dirección deseada.
- d).- Componentes difusores y de escudo tales como lentes, difusores y louvers para distribuir la luz y evitar el reflejo.
- e).- Housing para proteger los componentes mencionados junto con las conexiones y otros equipos eléctricos.

Los componentes del luminario trabajan juntos para determinar el funcionamiento del luminario.

Se usan dos medidas para estimar el funcionamiento del luminario:

- a) Eficiencia del luminario.- Mide el porcentaje de lúmenes de lámpara que dejan el luminario, comparado con la razón de lúmenes totales de lámpara. Así un luminario abierto tendrá generalmente una mayor eficiencia que el mismo luminario equipado con lente (difusor) ya que este absorberá la luz.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

b) Coeficiente de utilización del luminario.- Usado en cálculos de iluminación para describir el porcentaje de lúmenes de lámpara que llegan a la superficie de trabajo. Esta característica depende de las dimensiones del cuarto, así como del tipo del luminario y de los valores de las tablas impresas en los catálogos de fabricantes de luminarios.

Tabla 2.9 CARÁCTERÍSTICAS DE LAS LAMPARAS BÁSICAS

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS INCANDESCENTES (Incluye tungsteno halógeno)	LAMPARAS FLUORESCENTES	
Potencia en Watts (solamente la lámpara)	15 a 1,500	40 a 219	
Vida (horas)	750 a 12,000	9,000 a 30,000	
Eficacia Lúmenes/watts (sólo lámpara)	15 a 25	55 a 88	
color	Muy bueno a excelente	bueno a excelente	
Dirección de la luz de control	muy bueno a excelente	Regular	
tamaño de la fuente	Compacto	Extendido	
Tiempo de reencendido Comparativo	Inmediato	Inmediato	
Costo de operación Comparativo	Bajo por los luminarios sencillos	Moderado	
Costo de operación	Alto debido a la corta vida útil (relativamente baja) y baja eficiencia)	Más bajo que el incandescente, costos de remplazo mayores que el HID porque se requieren más números de lámparas, los costos de energía son menores generalmente comparados con los que se tienen en las lámparas de vapor de mercurio.	
DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD			
CARACTERÍSTICAS	VAPOR DE MERCURIO	HALÓGENO METAL	VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN
Potencia en Watts (solamente la lámpara)	40 a 1000	400, 1,000, 1,500	75, 150, 250, 400, 1000
Vida (horas)	15,000 a 24,000	1,500 a 15,000	10,000 a 20,000
Eficacia lúmenes/Watt lámpara	20 a 63	80 a 100	100 a 130
Color	Pobre a muy bueno	Bueno a muy Bueno	Regular
Dirección de la luz	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
Tamaño de la fuente	Compacto	Compacto	Compacto
Tiempo de reencendido	3 a 5 minutos	10 a 20 minutos	menos de un minuto
Costo comparativo de la montura	Mayor que el del incandescente; generalmente mayor que el fluorescente.	Generalmente mayor que el del vapor de mercurio	Menos de un minuto.
Costo de operación	Menor que el incandescente; las refacciones tienen costos bajos debido a pocas piezas y larga vida de las lámpara	Generalmente menor que la de mercurio, pocas refacciones, corta vida, poco eficiente.	Generalmente el más bajo, pocas refacciones

II.3.2. REFLECTORES.

Las luminarias están diseñadas para controlar la distribución de la luz. por lo anterior, es conveniente conocer los métodos que se utilizan para controlar la luz. Estos métodos están basados en las leyes de la reflexión y la refracción.

La reflexión es el proceso por el cual una parte de la luz al caer sobre algún medio adecuado, choca cambiando de dirección. La reflexión puede ser especular, difusa, compuesta, y selectiva y no selectiva.

REFLEXIÓN ESPECULAR.— Se aplica la ley de la reflexión regular o reflexión especular, cuando la luz cae o incide sobre una superficie plana y altamente pulida. Esta ley establece que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia. El ángulo del rayo incidente y el ángulo del rayo reflejado se miden desde una línea denominada normal, la cual es perpendicular a la superficie reflejante (Fig. 2.25).

Cuando la superficie reflejante es curva, el rayo incidente y el rayo reflejado forman ángulos iguales con la normal a la línea tangente trazada a través del punto de incidencia.

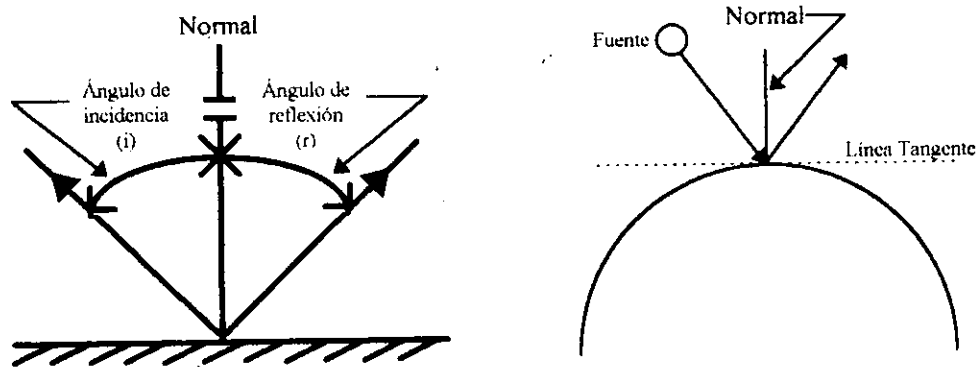


FIG. 2.25 La ley de reflexión establece que el ángulo de incidencia (i) es igual al ángulo de reflexión (r).

Algunos ejemplos de reflectores especulares son:

(a).— Metales pulidos, con cubierta de oro ó cobre y con una superficie de vidrio plateado o espejos plásticos. Interiores aluminizados como las lámparas que se denominan Beam - Seal que utilizan en su primer superficie un reflector en el cual la luz que incide golpea la delgada superficie metálica, reflejándose y pasando a través del cristal.

La luz reflejada desde la superficie superior de un vidrio como el que se muestra en la figura 2.26(a) y 2.26(c) también es un ejemplo de reflexión de primera superficie. Como se

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

observa en esta figura al menos el 10 % de la luz incidente es reflejada en la primera superficie a menos que golpee la superficie en un ángulo más ancho que el normal.

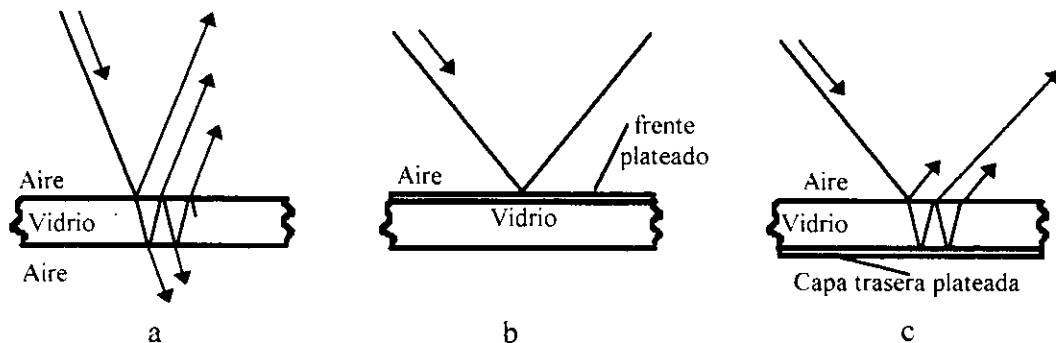


FIG. 2.26 Reflexión de (a) Un vidrio plateado limpio (b) De frente plateado (c) Espejo con capa trasera plateada

b).— Espejos con cara trasera. En algunas lámparas la cantidad sobre el ángulo incidente depende de la reflexión de la primera superficie, otra parte de estos rayos atraviesan hasta la superficie plateada regresando a través del vidrio paralelamente al rayo reflejado por la primer cara de la superficie.

c).— Reflexión de superficies curvas regulares.

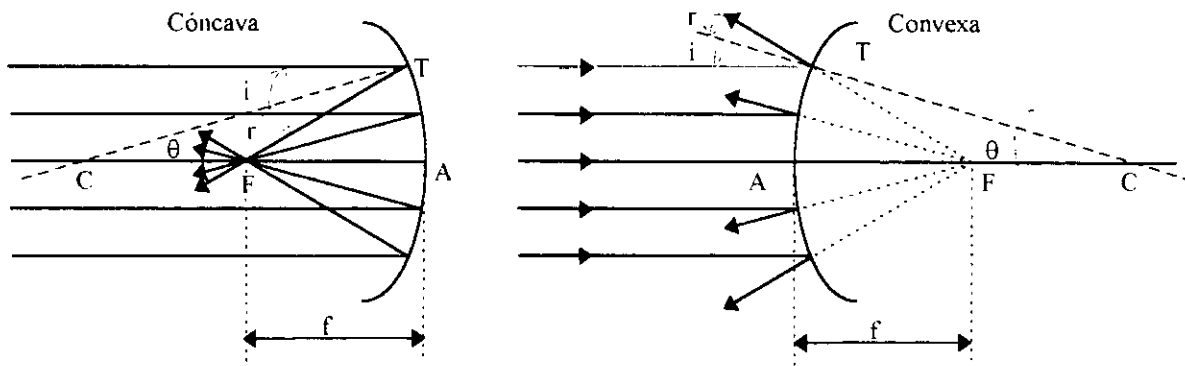


FIG. 2.27 Punto Focal y distancia focal de superficies curvas

La figura 2.27 muestra la reflexión de un rayo de luz por una superficie cóncava y por una superficie convexa. Un rayo de luz golpea la superficie en el punto "T" que obedece a la leyes de reflexión y se ha tomado cada rayo separadamente para poder construir las trayectorias. Así tenemos en el caso de los rayos paralelos reflejados en una superficie cóncava, todos los rayos pueden ser dirigidos correctamente a través de un punto en común "F" dibujando la curvatura de la superficie, este punto se conoce como punto focal, la distancia focal es "f".

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

REFLEXIÓN DISEMINADA.— Si una superficie plana y pulida se hace áspera, rugosa y afacetada, por medio de ácidos o abrasivos, etc., sus características reflejantes se modifican. de esta manera la superficie se convierte en una multitud de superficies especulares minúsculas que reflejan la luz en diferentes direcciones. Esto tiene como resultado la difusión de los rayos de luz reflejados.

La cantidad de difusión depende de los materiales utilizados, el contorno de la superficie y el método de acabado. en cualquier caso, los rayos tienden a ser reflejados en direcciones cercanas a las líneas en donde ocurriría la reflexión especular FIG. 2.28.

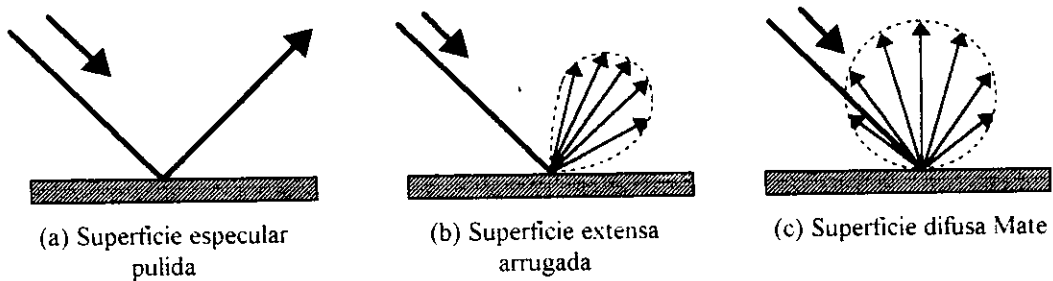
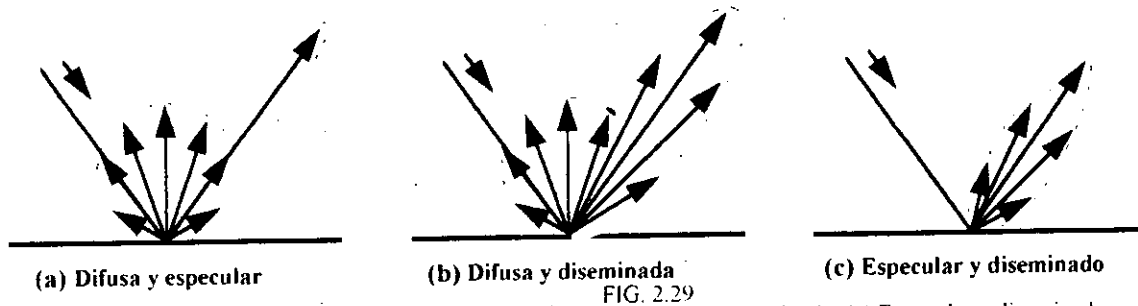


FIG. 2.28 Los tipos de reflexión con diferentes superficies: (a) Superficie pulida (especular), (b) Superficie arrugada (diseminada), (c) Superficie mate (difusa)

REFLEXIÓN DIFUSA.— Las superficies no metálicas constituidas de cristales pequeños o de pigmentos de pintura reflejan la luz de una manera difusa. Los rayos de luz son reflejados en todas direcciones, independientemente de la dirección de la luz incidente. Cada rayo que cae en una partícula infinitesimal obedece a la ley de reflexión, pero como las superficies de la partícula están en diferentes planos, estos reflejan la luz en muchos ángulos; como se observa en la figura.

REFLEXIÓN COMPUESTA.— La mayoría de los reflectores tienen materiales para una reflexión compuesta (especular, diseminada o difusa). A veces uno o dos componentes predominan, como se observa en la figura 2.29.



Ejemplos de reflexión compuesta (a) Difusa y especular; (b) difusa y diseminada; (c) Especular y diseminada

Así tenemos reflectores de difusión - inclinación, de esmalte de porcelana, terminados sintéticos o de terminado transparente lustroso de una base mate, que exhiben un control direccional del rayo inclinado reflejado; los cuales entre un 5 % y 15 % se pierde en rayo incidente.

REFRACCIÓN.— Los materiales transparentes tienen diferentes densidades ópticas. Cuando la luz pasa de una densidad a otra, y esta última es de mayor o menor densidad que la primera, el rayo penetra con diferente ángulo de inflexión, a menos que el ángulo de incidencia sea el ángulo normal a la superficie. El grado de inflexión depende de las densidades relativas de las dos sustancias, la longitud de la luz y el ángulo de incidencia. la luz se quiebra hacia la normal cuando entra a un medio más denso. cuando entra a un medio menos denso, se quiebra en sentido opuesto a la normal (Fig. 2.30).

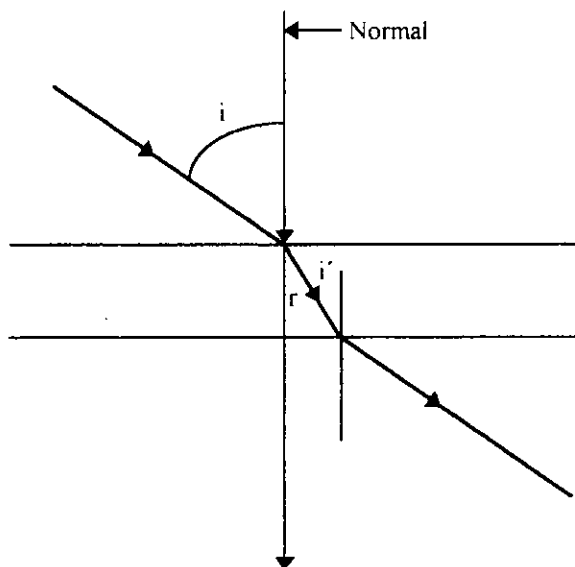


FIG. 2.30 Cuando la luz pasa de un medio a otro de diferente densidad, se refracta o penetra con diferentes ángulos de inflexión. El ángulo de refracción se calcula de acuerdo con la ley de Snell: $n_1 \text{seno } i = n_2 \text{sen } r$; donde: n_1 es el índice de refracción del primer medio y n_2 es el índice de refracción del segundo medio.

El diseño de refractores está basado en las leyes de la refracción, la luz se puede desviar utilizando lentes o prismas. Con el uso de refractores se puede lograr un control completo de toda la luz que produce una luminaria. Este procedimiento se utiliza en la mayoría de las luminarias de bajo consumo para áreas abiertas y para caminos. La eficiencia de la luminaria puede ser alta cuando se utiliza únicamente un refractor; no obstante, nunca será tan alta como cuando se utiliza una combinación reflector – refractor.

Los refractores pueden estar hechos de cristal, acrílico o plástico policarbonato. Entre las luminarias que más uso hacen de los refractores se encuentran las del tipo para caminos y carreteras en las cuales se colocan prismas al lado de los refractores, para elevar su intensidad luminosa 5 0 10 grados más de lo que podría con el uso de un sólo reflector.

II.3.3. DIFUSORES.

Un *difusor* es un material translúcido que se utiliza para ocultar una lámpara. La función del difusor, desde el punto de vista de Ingeniería, reduce la luminosidad o brillo desde la fuente de luz.

Los difusores están hechos de cristal, plástico o policarbonato. La adición de pigmentos a un refractor puede incrementar sus cualidades difusoras. También se puede utilizar un difusor debajo de una lámpara, en lugar de un refractor.

Los difusores pueden tener casi cualquier forma, su propósito es esparcir la brillantez de una fuente de luz sobre un área más grande, de manera que reduzca al mínimo la brillantez pico. se pueden utilizar difusores en donde se desea controlar la brillantez, siempre y cuando no haya necesidad de un control fotométrico preciso. Las luminarias con difusores tienen una eficiencia menor que las de reflector abierto o cubierto y todavía menor que las que combinan un refractor y un reflector.

II.4. TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE LOS LUMINARIOS.

Los luminarios pueden ser clasificados en grupos dependiendo de una o más características, incluyendo la distribución de luz, altura de montaje, su función específica, reflector o tipos de lentes y el nombre del diseño.

II.4.1. CLASIFICACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE LUZ.

Una de las más importantes características de un luminario es su patrón de distribución. Los patrones más comunes de distribución, como se muestra en la figura 2.31, son:

a) Luz directa.- Con el luminario montado encima del área a iluminar y con su salida directa descendente. la luz es principalmente dirigida al lugar de trabajo pero también tiene una distribución indirecta. Los luminarios clasificados directos son aquellos que emiten prácticamente toda la luz (es decir del 90 al 100 %) por abajo de la horizontal.

Aunque usualmente este tipo de luminarios proporcionan la iluminación más eficiente del área de trabajo, frecuentemente están a expensas de otros factores. por ejemplo, las sombras pueden ser excesivas a menos que la unidad tenga un área luminosa relativamente grande o estén montadas más cerca que la relación de espaciamiento a altura de montaje máxima sugerida. La aplicación de este tipo de iluminación se encuentra en Hospitales, y en clínicas odontológicas.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

b) Luz indirecta.- El luminario dirige toda su luz hacia el techo o pared, transmitiéndola al área iluminada para reflejar la luz hacia el área de trabajo.

Los luminarios indirectos emiten del 90 al 100 % de su luz hacia arriba de la horizontal, rara vez se utiliza en industrias (aunque generalmente son las más confortables) debido a su pobre coeficiente de utilización y su dificultad de mantenimiento.

El sistema de iluminación indirecto se caracteriza porque la luz es reflejada en la mayoría de las superficies antes de llegar al plano de trabajo, y porque la superficie del luminario que emite la luz no es vista bajo condiciones normales.

Aunque el alumbrado indirecto no es tan eficiente, en términos puramente cuantitativos, por su distribución uniforme, ausencia de sombras y de brillo reflejado, lo hacen el más adecuado en determinadas áreas, donde se requieran estas características. Los acabados del local juegan un papel importante, por lo que es necesario que tengan un color tan claro como sea posible y se mantengan en buenas condiciones de limpieza.

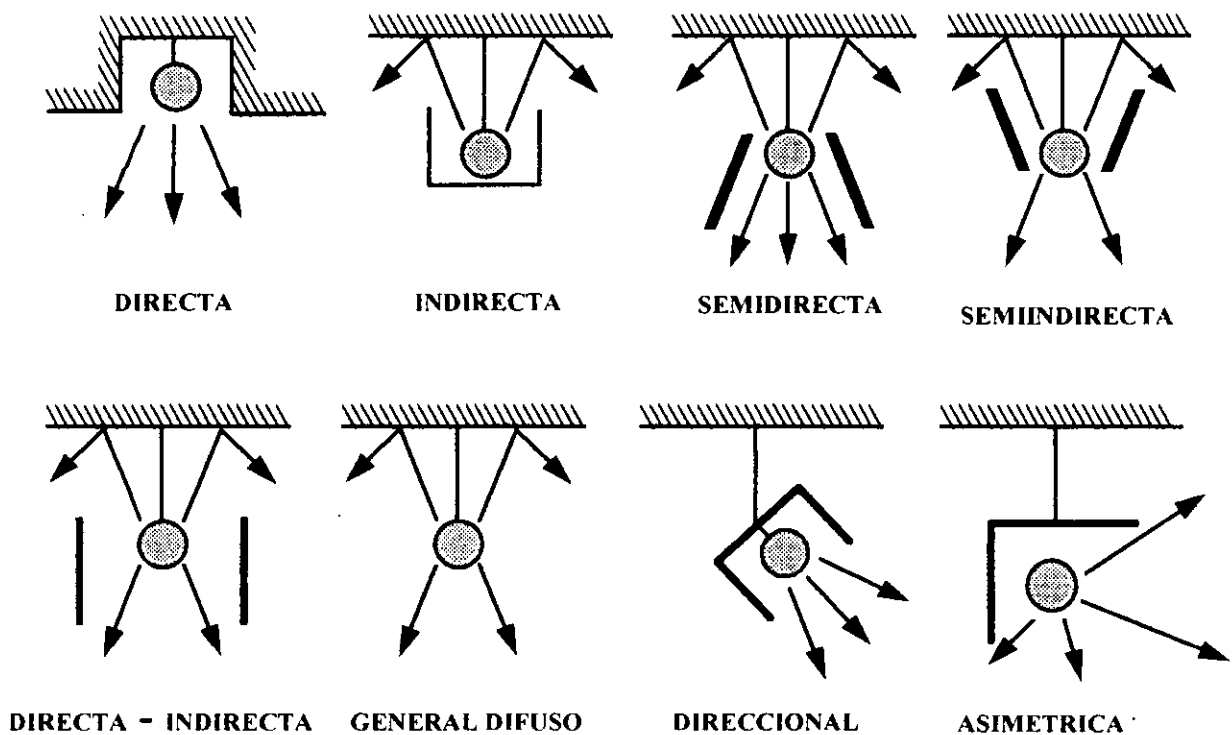


FIG. 2.31 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE LUZ

c) Semi - directa.- En el cual la distribución indirecta es el porcentaje más grande de la salida.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

Los luminarios de este tipo emiten la mayor parte de luz (60 a 90 %) hacia arriba de la horizontal. La mayor parte de la luz que llega al plano de trabajo debe ser reflejada desde el techo y la parte superior de las paredes; por lo tanto estas superficies deben tener una alta reflectancia.

La utilización de la luz de estos luminarios se debe en gran parte a la reflectancia del techo. Con techos de colores claros, la utilización no sólo excede a la de los luminarios directos sino que además se mejora la comodidad visual.

El aumento de la iluminación en el techo debida a la distribución semidirecta, reduce la diferencia de luminancia entre el techo y el luminario, aumenta la difusión y atenúa las sombras. La combinación de luz hacia arriba y la baja brillantez provoca proporciona una excelente comodidad visual, particularmente con fuentes de luz de alta luminancia.

El uso del luminario semi - directo en industrias, se limita a áreas donde es necesario minimizar el deslumbramiento reflejado por superficies especulares.

d) Directa/Indirecta.- En el cual las dos distribuciones son aproximadamente iguales.

Del 40 al 60 % de la luz se dirige hacia abajo en ángulo por debajo de la horizontal. La mayor parte de la iluminación existente en el plano de trabajo es resultado de la luz que procede directamente de la luminaria, pero hay una porción importante de luz dirigida al techo y a las paredes laterales.

e).- General difuso.- El luminario radia luz en igual cantidad en todas direcciones (Ver Tabla 2.10).

La diferencia entre la iluminación general difusa y la directa - indirecta, estriba en la cantidad de luz producida en dirección horizontal. En el tipo general difusa, la luz se distribuye casi uniformemente en todas las direcciones y se utiliza en vestíbulos, comedores, escaleras, casa de máquinas y talleres de mantenimiento; mientras que la iluminación directa - indirecta produce muy poca luz en dirección horizontal.

f).- Direccional.- En el cual la luz es dirigida a una dirección específica.

g).- Asimétrico.- En el cuál la luz es dirigida con más intensidad hacia un lado que hacia el otro.

TABLA 2.10 GRADO DE APROVECHAMIENTO SEGÚN LAS FORMAS DE ILUMINACIÓN

Forma	Hacia abajo	Hacia arriba
Directa	90-100 %	0-10 %
Semi - directa	60-90%	10-40 %
Indirecta	0-10 %	90-100 %
Semi - indirecta	10-40 %	60-90 %
General difusa	50%	50 %

II.4.2. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE MONTAJE.

La manera en que un luminario está montado o conectado es una característica común de clasificación. Los montajes más comunes se muestran en la figura 2.32 y se enlistan a continuación:

- a) **Luminarios empotrados.-** Se meten dentro de la pared o techo. Un luminario semi - empotrado se mete solo parcialmente en la superficie dejando el resto visible.
- b) **Luminarios para sobre poner.-** Se describen usualmente como “montes de pared” o “montes de techo”. Estos luminarios son totalmente visibles.
- c) **Luminarios pendientes.-** Están suspendidos del techo por un cable, tubo o cadena que también lleva el cable eléctrico a la lámpara. Se les llama luminarios suspendidos especialmente cuando se necesita suspender más de un miembro.
- d) **Bracket de pared (Wall- Bracket).-** Están montados en la pared con un seguro que generalmente es parte del diseño de todo el luminario.
- e) **Luminarios Post - top.-** Están diseñados para montarse encima de un poste para exteriores.
- f) **Luminario tipo “under cabinet” ilumina “countertops”.**
- g) **Luminarios tipo track.-** Están montados en un riel electrificado.
- h) **Luminarios tipo mueble integrado.-** Están montados permanentemente para divisiones de oficinas o para ser parte de sistemas de estaciones de trabajo.
- i) **Luminario portátil.-** Puede ser trasladado fácilmente y conectado a una salida eléctrica estándar.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

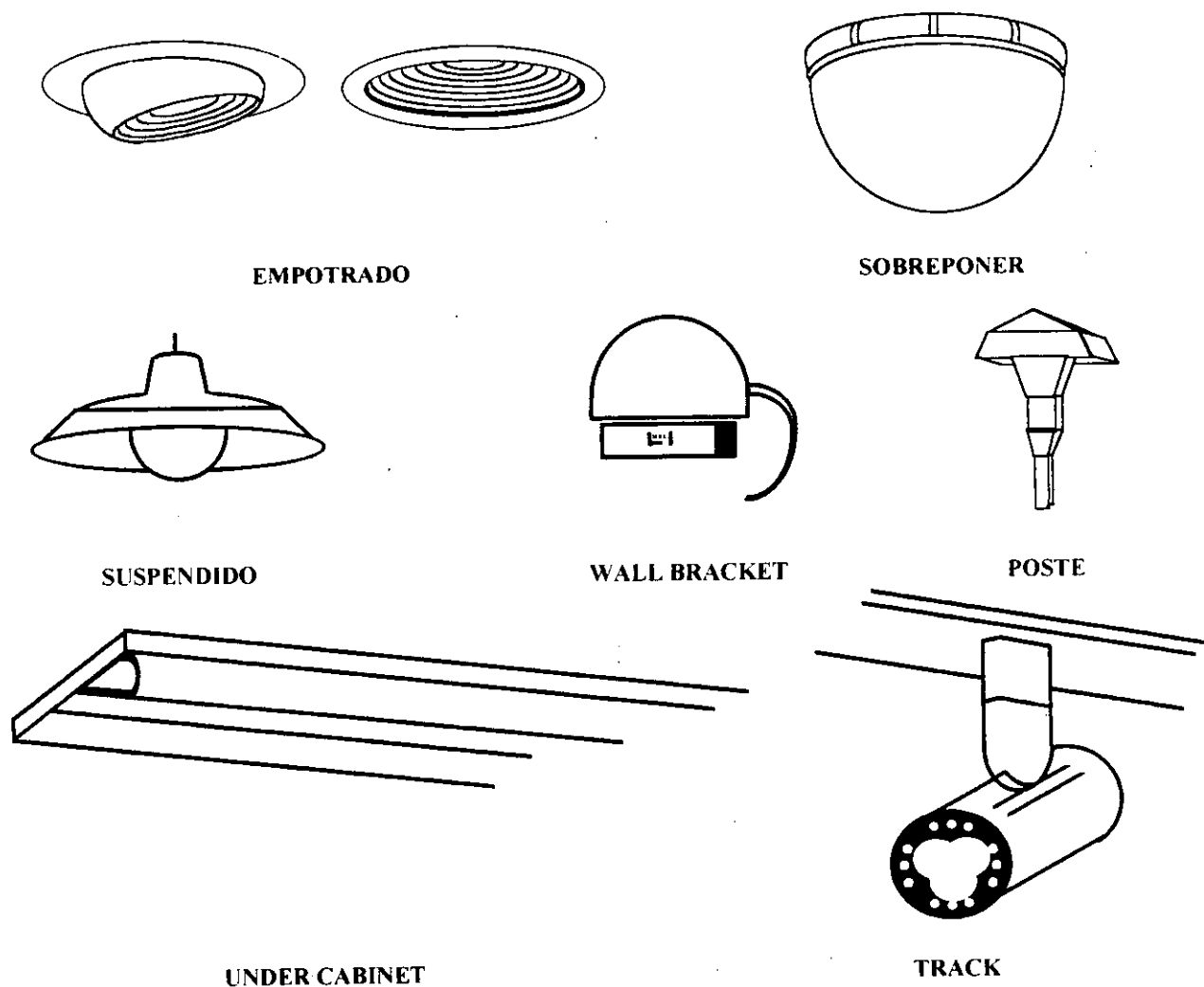


FIG. 2.32 TIPOS DE MONTAJE

II.4.3. CLASIFICACIÓN POR FUNCIÓN O NOMBRE TRADICIONAL.

Muchos luminarios tienen nombres relacionados con su función, tales como downlight, wallwasher, luces de pasos, lámparas de mesa y luz de pizarrón.

Otros luminarios tienen un diseño tradicional o histórico, y algunos luminarios modernos se usan de forma familiar o tradicional, por ejemplo, los candelabros, los candeleros o los faroles.

II.4.4. CLASIFICACIÓN POR SU FORMA.

Es común referirse a un luminario por su forma, especialmente si son llamativos (Figura 2.33) y se enlistan a continuación:

- a) El "Shoebox" es moderno para luminarios de carreteras.
- b) El Cabeza de cobra es un luminario refractor convencional para iluminación de calles.
- c) El "lollipop Shape" son luminarios en forma de globo colocados al final del poste.
- d) El "Wall slot" da la apariencia de un luminario continuo corriendo paralelamente a la pared.
- e) El "metal troffer" es el luminario fluorescente para empotrar más usado.

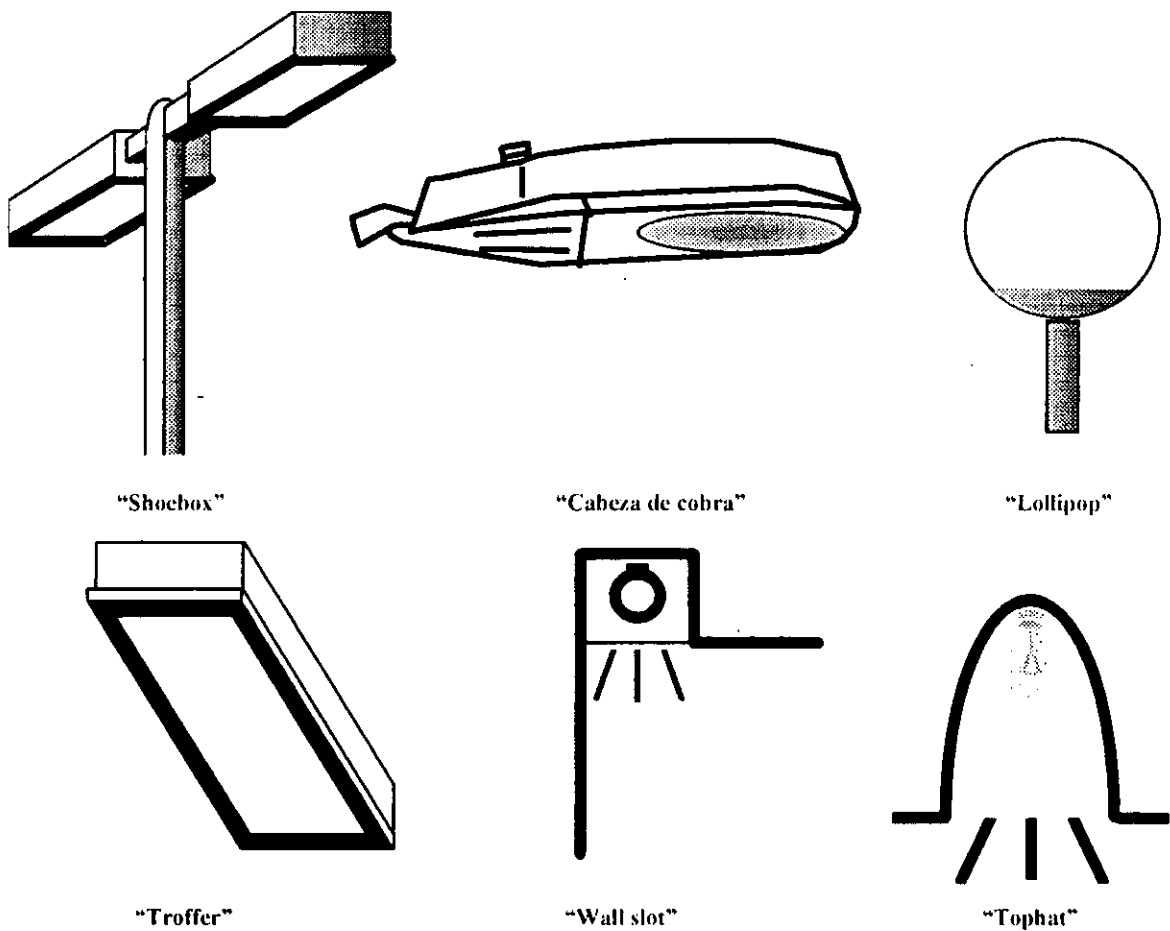


FIG. 2.33 Formas reconocibles de luminarios

f) El "top hat" es un downlight empotrable

II.4.5. CLASIFICACIÓN POR EL TIPO DE COMPONENTE.

En muchos casos, el nombre del luminario incluye una descripción de un componente específico que hace al luminario notable (ver figura número 2.34). Algunos ejemplos de estos se muestran a continuación:

- a) Troffer parabólicos.- Usados para fluorescentes equipados con louvers diseñados para eliminar luz extraña y esconder a las lámparas de la luz directa.
- b) Troffer prismático.- Llamado así por sus lentes difusores sobre la cara del troffer.
- c) Fresnel.- Llamado así por su tipo de difusor usado para luz suave, y para lámparas teatrales de haz variable.
- d) Elipsoidales.- Llamados así debido a los reflectores elipsoidales encontrados en downlights empotrables pequeños.
- e) Wraparound.- Usados para luminarios fluorescentes envueltos en difusores prismáticos.

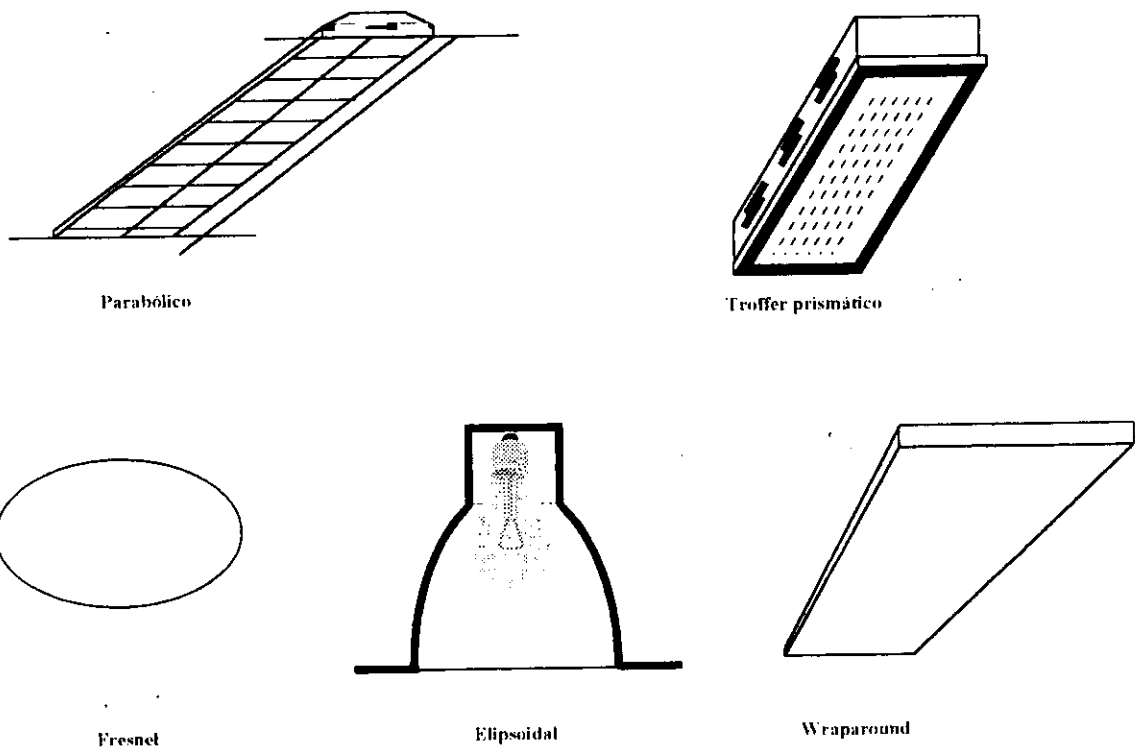


FIG. 2.34 Formas reconocibles de luminarios

II.5. MÉTODOS DE ILUMINACIÓN.

Existen tres métodos generales de iluminación: el local, el general y el combinado.

Iluminación localizada.- Consiste en colocar las lámparas en los puntos donde se necesita la luz de un modo especial. Aunque este método, por dar lugar a manchas de luz mezclada con áreas de sombra, es muy opuesto a la iluminación uniforme, se usa aún con alguna profusión en residencias, plantas industriales y viviendas. La situación de las lámparas depende mucho de la posición de los muebles o máquinas.

Iluminación general.- Este método se esfuerza por alcanzar una difusión uniforme de la luz sobre toda el área iluminada. Las lámparas están repartidas de una manera regular sin prestar atención a los muebles, ni a las máquinas y están provistas de reflectores, globos o prismas difusores para evitar el deslumbramiento, las sombras bruscas y la iluminación desigual. Los paneles de cristal deslustrado u opalino en las paredes y en los techos se pueden emplear juntamente con lámparas colgadas del techo, y quizá con lámparas de pared, para conseguir la uniformidad de la iluminación. Como medios difusores se emplean frecuentemente paneles, lisos o estriados, de cristal o plásticos semi - transparentes.

Iluminación combinada.- Procura una iluminación general suficiente para alumbrar los distintos objetos que están en la habitación y cuenta con lámparas adicionales localizadas en los escritorios, mesas de lectura, mesas de dibujo, máquinas, vitrinas y otros utensilios. Se ha empleado profusamente en viviendas, industrias, bancos, oficinas, restaurantes, grandes almacenes y bibliotecas, donde se requiere una fuerte iluminación agregada a la iluminación general sobre objetos especiales, aparatos o mercaderías. El marcado incremento que se ha dado a la intensidad general de la iluminación con distribución uniforme, ha reducido sin embargo en un grado apreciable la necesidad de los focos individuales.

II.5.1. TIPOS DE CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN.

Para los cálculos de los niveles de iluminación, se tienen 3 métodos que son: de los lúmenes, de la cavidad zonal y punto por punto

Para el método de lúmenes incorpora el enfoque de la cavidad zonal para obtener el coeficiente; el método de punto por punto utiliza las leyes del cuadrado inverso y del coseno. El método de lumen permite calcular el nivel promedio de iluminación horizontal en el espacio, mientras que el método de punto por punto determina el nivel de iluminación de un punto en particular, tanto de una superficie vertical como horizontal

Cuando se trata de iluminar un espacio interior, se debe tener en cuenta la interreflectancia, junto con la contribución directa de las luminarias. La interreflectancia se

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

incluye en las tablas de CU que se utiliza en el método de lumen, pero no forma parte de la mayoría de los métodos de cálculo punto por punto.

El **método de lumen** es la manera de calcular el nivel esperado de iluminación sobre un plano horizontal, a partir de una combinación específica de lámpara-luminaria. Se basa en la premisa de que cada área recibe un determinado flujo o cantidad de luz. En este caso el flujo luminoso está expresado en lúmenes.

La fórmula para calcular los niveles esperados de luz por el método de lumen es:

$$E = \frac{N \times LL \times CU \times FPL}{\text{área}}$$

en donde: E= Iluminación
N= Número de luminarias
LL= lúmenes de lámparas iniciales
CU= Coeficiente de utilización
FPL= Factor pérdida de luz
área = Tamaño del área que debe ser iluminada

Niveles de iluminación (E) Los niveles de iluminación recomendados pueden obtenerse de tablas. Como existe un nivel mínimo de luminosidad que debe mantenerse, los niveles iniciales deben ser más altos.

Número de luminarias (N) La fórmula para calcular el número de luminarias que van a ser utilizadas es:

$$N = \frac{E \times \text{área}}{LL \times CU \times FPL}$$

Lúmenes de lámpara (LL) Esta es la potencia luminosa inicial de las lámparas. Este valor lo proporcionan los fabricantes.

Coeficiente de utilización (CU) El coeficiente de utilización es la razón de lúmenes que llegan al plano de trabajo al total de lúmenes generados por la lámpara. El coeficiente de utilización toma en cuenta las interreflectancias de la luz en el local, la eficiencia y la distribución de la luminaria, la altura de montaje y las proporciones del local.

Factor pérdida de la luz (FPL) Los factores pérdida de la luz son aquellos factores que al cabo de un tiempo, contribuyen a disminuir la producción de la luz de una combinación dada de lámpara - luminaria - balastra. El factor pérdida de luz generalmente está constituido por la depreciación de lúmenes de lámpara (DLL) y la depreciación de luminarias por polvo (DLP), aunque existen otros componentes, tales como caída del voltaje, factor de balastra, depreciación del reflector por disminución de reflectancia y la depreciación por suciedad en las paredes del local.

El factor balastro es el porcentaje de lúmenes de lámpara producidas por una balastro. La depreciación de lúmenes de lámpara es un dato que proporciona el propio fabricante. El valor de DLL es el porcentaje de lúmenes que todavía emitirá una lámpara en el momento de ser sustituida. Los valores de depreciación de la luminaria por polvo (DLP), los proporciona el fabricante de manera aproximada para distintos ambientes de suciedad o limpieza que privarán en el lugar en donde se instalen las luminarias; sin embargo, estas cifras generalmente son calculadas de una manera optimista. El diseñador de sistemas de iluminación puede utilizar el valor promedio de DLP (lo cual significa que el nivel de luminosidad de la instalación será el promedio sobre el del periodo de sustitución de las lámparas).

La depreciación de las luminarias por polvo varía en cada situación. la única manera de calcular con precisión el factor pérdida de luz es: Hacer mediciones dentro de la instalación. En la mayoría de los casos el factor de pérdida de luz, se calcula multiplicando los distintos componentes que lo forman: $DLL \times DLP$.

Área El área está dada en metros cuadrados si el nivel de iluminación está en lux, o en pies cuadrados si el nivel de iluminación esta en candelas – pie.

El cálculo *punto por punto* se utiliza para determinar el nivel de iluminación esperado en un punto horizontal o vertical en particular. A menudo esto es necesario cuando se diseñan sistema de iluminación para áreas largas, estrechas y profundas, como suelen ser algunas bodegas y lugares peligrosos.

II.5.2. MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL.

El método de cavidad zonal para el cálculo de iluminación desarrollado por la sociedad de ingeniería de iluminación (IES), determina los niveles de iluminación promedio de la luz emitida por los luminarios dentro de un espacio cerrado. este método es preferido sobre otros no porque sea necesariamente más exacto, sino porque es relativamente simple y flexible. Sus resultados son generalmente más representativos de una situación de una iluminación real y puede ser aplicado a cualquier tipo de sistema de iluminación en locales rectangulares o de formas especiales.

El termino “cavidad zonal” se deriva de suponer que el espacio en consideración esta dividido en cavidades sobrepuestas (máximo 3) e investiga el comportamiento de la luz en cada uno antes que la luz alcance el nivel (el “plano de trabajo”) en el cual se localiza la tarea visual Figura 2.35.

El cálculo de iluminación esta basado en la definición de la cantidad de iluminación: el “LUX”.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II. - Sistemas de Iluminación

$$\text{lux} = \frac{\text{Lúmenes}}{\text{área (en metros cuadrados)}}$$

Esta ecuación asume que toda la luz generada (lúmenes) se vuelve iluminación en el plano de trabajo. en realidad, existe un gran número de parámetros que debilitan el sistema de iluminación. este método involucra a cuatro de ellos:

Coefficiente de utilización (CU)

Depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL)

Depreciación por polvo en el luminario (DPL)

Depreciación por suciedad del local (DPSL)

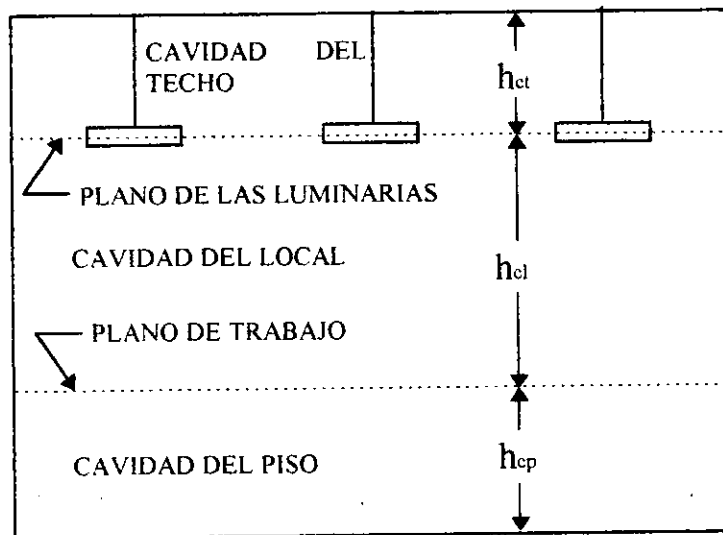


FIG.2.35 Las tres cavidades utilizadas en el método de cavidad zonal

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN.

Las lámparas de un luminario generan una cantidad conocida de lúmenes, pero únicamente una porción de esos lúmenes sale del luminario. El resto es absorbido por el luminario mismo. La luz que escapa sufre pérdidas posteriores debidas a la geometría del local y a la reflectancia inicial de sus superficies. entonces el CU es el porcentaje de luz generada por la lámpara que finalmente incide en el plano de trabajo. Así tenemos que:

$$\text{LUXES} = \frac{\text{lúmenes} \times \text{CU}}{\text{Área}}$$

FACTOR DE PERDIDAS DE LUZ (FPL)

El tiempo impone una reducción gradual de iluminación. Los lúmenes de salida de la lámpara disminuyen. La suciedad de lámparas y luminarios reduce la eficiencia, la suciedad del local atenúa la reflectividad, debido a que el nivel de iluminación usualmente es calculado como un valor mantenido (nivel mínimo recomendado). Por lo tanto la ecuación anterior se ve modificada mediante la inclusión de "factores de depreciación" compensadores.

➔DEPRECIACIÓN DE LOS LÚMENES DE LA LAMPARA (DLL.)

Compensa las pérdidas de los lúmenes de salida. El factor DLL es proporcionado por el fabricante de la lámpara.

➔DEPRECIACIÓN POR POLVO EN EL LUMINARIO (DPL).

Compensa las pérdidas ocasionadas por la acumulación de polvo en lámparas y luminarias. El valor depende del diseño del luminario y de las condiciones ambientales; por ejemplo, la pérdida es mayor en una fundición que en una oficina con aire acondicionado y filtrado. El factor DPL se determina con una exactitud aproximada mediante el empleo de tablas apropiadas o gráficas.

➔DEPRECIACIÓN POR SUCIEDAD DEL LOCAL (DPSL).

Compensa las pérdidas que ocasiona la suciedad en la reflectividad de las superficies del local. DPSL se determinan mediante tablas.

Incluyendo todos estos factores en la última ecuación:

$$\text{LUXES} = \frac{\text{LÚMENES} \times \text{CU} \times \text{DLL} \times \text{DPL} \times \text{DPSL}}{\text{ÁREA}}$$

Donde: $\text{FPL} = \text{DLL} \times \text{DPL} \times \text{DPSL}$

$$\text{LUXES} = \frac{\text{LÚMENES} \times \text{CU} \times \text{FPL}}{\text{ÁREA}}$$

ECUACIONES DE TRABAJO.

En el diseño de iluminación implica la determinación del número total de lúmenes (por tanto la cantidad de luminarios) requeridos para producir un nivel específico de luxes el cual es un valor conocido. Otros factores de la anterior ecuación son determinables.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

Entonces, es conveniente transformar la ecuación para determinar el total de lúmenes desconocidos.

$$\text{Lúmenes totales} = \frac{\text{LUXES} \times \text{ÁREA}}{\text{CU} \times \text{FPL}}$$

Cada luminario tiene un número desconocido de lámparas, cada lámpara genera una cantidad conocida de lúmenes. por tanto la cantidad de lúmenes producidos dentro de cada luminario es:

$$\text{LÚMENES POR LUMINARIO} = \text{NO. DE LÁMPARAS} \times \text{LÚMENES POR LAMPARA}$$

Para determinar el número requerido (N) de luminarios:

$$N = \frac{\text{LÚMENES TOTALES}}{\text{LÚMENES POR LUMINARIO}}$$

Las ecuaciones anteriores se pueden combinar en una sola ecuación:

$$N = \frac{\text{LUXES} \times \text{ÁREA}}{\text{CU} \times \text{FPL} \times (\text{LÚMENES/LAMP.}) \times (\text{LAMPS/LUMINARIO})}$$

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU)

El CU es el porcentaje de luz, generada por un sistema de iluminación, que alcanza finalmente el plano de trabajo. Este valor depende de las siguientes consideraciones:

- * la eficiencia del luminario y su característica de distribución de luz.
- * Las proporciones geométricas del local: La relación de superficies verticales y superficies horizontales.
- * Las reflectancias de las superficies del local y las interreflexiones dentro de "cavidades zonales" definidas.

El CU apropiado se extrae de tablas calculadas y proporcionadas por el fabricante del luminario. (cada luminario tiene su propia tabla de CU)

DETERMINACIÓN DE LAS RELACIONES DE CAVIDAD.

Suponga un local rectangular dividido en tres cavidades horizontales, cada una limitada verticalmente por las paredes:

(1).— La “cavidad del techo” entre el techo y un plano imaginario en la parte inferior de los luminarios.

(2).— La “cavidad del local” entre el plano de los luminarios y un plano imaginario sobre las superficies de trabajo (escritorios, herramientas, etc.)

(3).— La “cavidad del piso” entre el plano de trabajo y el piso.

Si los luminarios están empotrados en el techo, o si la superficie de montaje es poco profunda, no existe cavidad del techo. Si el plano de trabajo coincide con el piso, no existe cavidad del piso. Siempre existe una cavidad del local.

Dentro de estas cavidades, la luz de interreflexión se comporta diferente cuando la relación de área vertical sobre horizontal difiere, por lo tanto, el primer paso para determinar ese comportamiento implica la determinación: las relaciones de área vertical sobre área horizontal en cada una de las cavidades. Estas son llamadas “relaciones de cavidad” (RC).

$$\text{Relación de la cavidad del local} \quad R_{Cl} = \frac{5h_{cl}(L + A)}{L \times A}$$

$$\text{Relación de la cavidad del piso} \quad R_{CP} = \frac{5h_{cp}(L + A)}{L \times A}$$

$$\text{Relación de la cavidad del techo} \quad R_{CT} = \frac{5h_{ct}(L + A)}{L \times A}$$

donde L= largo, y A= ancho.

Existe otra forma basada en las áreas de las cavidades :

$$\text{Relación de la cavidad} \quad R_c = \frac{2.5 A_m}{A_b}$$

donde:

A_m es igual al área de la cavidad de la pared, y A_b es igual al área de la base o al área de la cavidad del piso. Esta fórmula es particularmente útil en el caso de locales de forma irregular.

DETERMINACIÓN DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE LAS CAVIDADES

Un paso más se necesita para obtener los datos suficientes para la determinación del CU: la determinación de las "reflectancias efectivas de techo y piso".

Es importante diferenciar entre las reflectancias reales de una superficie y las reflectancias efectivas de la cavidad. Cuando la luz sale del luminario lo hace en varias direcciones. Cualquier rayo de luz "rebota" considerablemente de una superficie a otra. Cada rebote causa algunas pérdidas (por absorción) y la posterior dispersión de la porción no absorbida en más rayos en muchas otras direcciones. Este es el proceso de interreflexión que produce reflectancias en las cavidades las cuales pueden diferir de las observadas en las superficies básicas (techo o piso) de las cavidades respectivas.

Las reflectancias efectivas de las cavidades se extraen de tablas. Para muchos problemas puede suponerse que la reflectancia de la cavidad del piso es alrededor de 20 por ciento, por lo que no será necesario calcular la relación de la cavidad del piso. Sin embargo al tratarse de locales muy oscuros o muy iluminados, o bien de grandes dimensiones, está reflectancia puede apartarse substancialmente de ese 20 por ciento y afectar el resultado final del cálculo. En estos casos la reflectancia se determina en la misma forma que la de cavidad del techo (por tablas).

II.6. CONTACTOS Y RECEPTÁCULOS.

Los contactos son los dispositivos para recibir clavijas que se usan para la conexión de aparatos no fijos. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana el contacto es el punto en el sistema de alumbrado donde se toma corriente para alimentar el equipo de utilización. Mientras que el receptáculo, es el dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de una sola clavija. Un receptáculo sencillo es un dispositivo de un sólo juego de contacto. Uno múltiple es un dispositivo con dos o más contactos.

Muchas personas están acostumbradas al receptáculo original que solo tiene dos aberturas paralelas para las lengüetas de la clavija, como se observa en el diagrama. Cualquier aparato o cosa enchufada duplicará la condición de recibir una descarga; es por ello que se condujo al desarrollo de los que se llaman "receptáculos de aterrizaje". Este tipo de receptáculo tiene las dos ranuras paralelas para dos lengüetas de una clavija, más una tercera abertura redonda o en forma de "U" para una tercera lengüeta sobre la clavija

correspondiente. En uso de la tercera lengüeta de la clavija se conecta a un alambre de aterrizaje separado en el cordón y conectado al marco de un motor o aparato, mientras que en el receptáculo se debe de conectar esta terminal a la tierra o aterrizar con un color que distinga del que lleva a la corriente y al neutro. generalmente de color verde. No es obligatorio pero se vuelve una práctica común la de instalar receptáculos de aterrizaje de manera que la abertura para la lengüeta de aterrizaje de la clavija quede *arriba* Fig. 2.36.

Clasificación de contactos por su uso.

De sobreponer. Son contactos que se instalan en áreas donde se tienen cancelos y su espesor no permite empotrar cajas de conexiones.

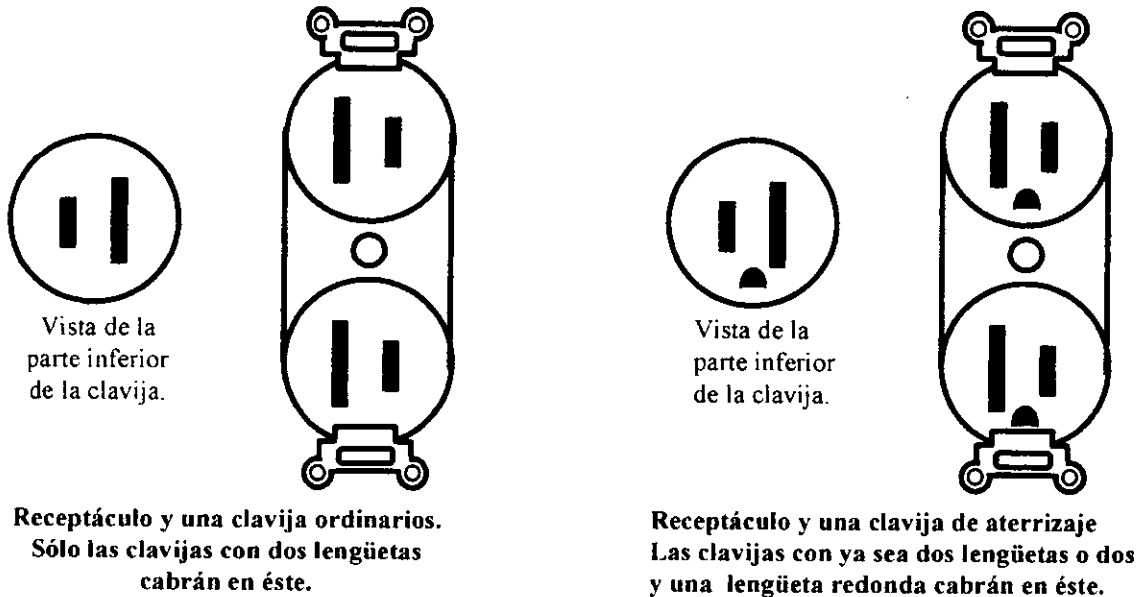
Contactos en piso. Normalmente este tipo de contactos, se localizan bajo escritorios o mesas donde se necesite conectar algún aparato eléctrico, con la condición de que no esté cerca de muro o cancel. Este tipo de contacto es conocido como de periscopio.

Polarizados. La facultad que tienen estos contactos es la de evitar que la dirección de la corriente de la corriente varíe en los aparatos y cambiando la polaridad no trabaja.

de dos polos. Algunos equipos requieren alimentación a dos fases, por lo que utilizan una clavija especial.

trifásicos. Como su nombre lo indica, son para tres fases.

FIG. 2.36

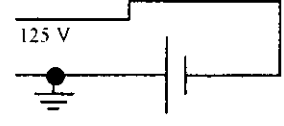

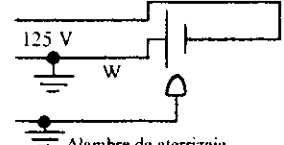

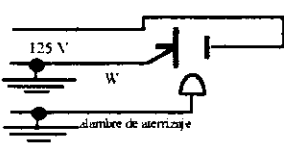
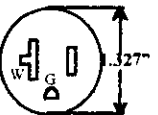
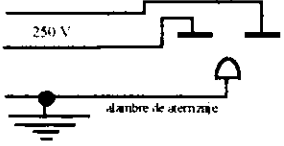
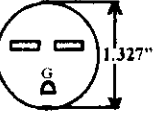
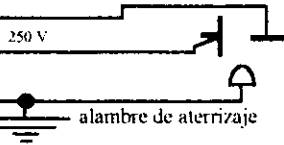
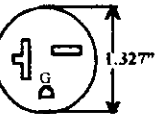
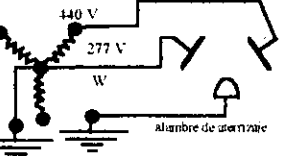
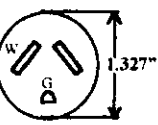
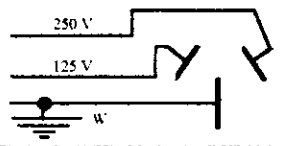
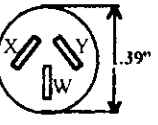
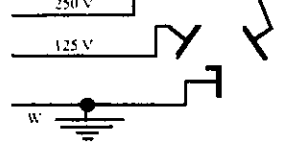
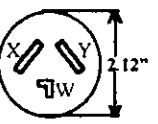
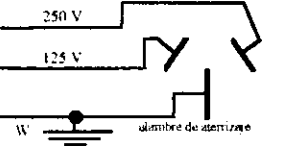
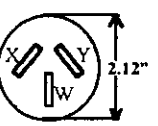


Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

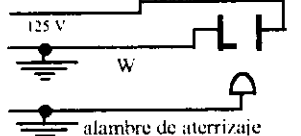
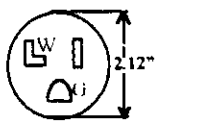
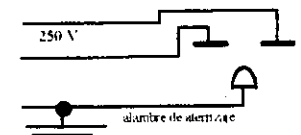
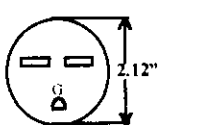
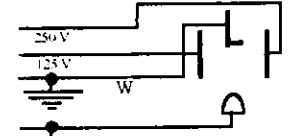
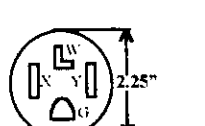
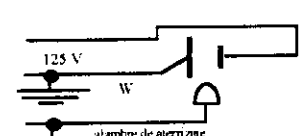
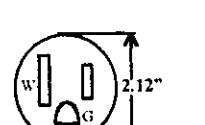
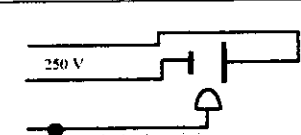
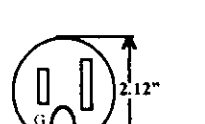
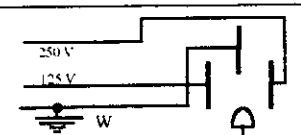
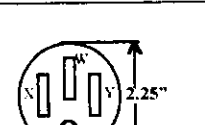
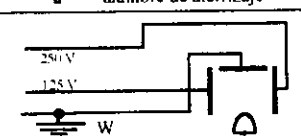
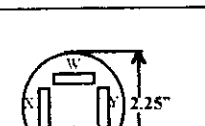
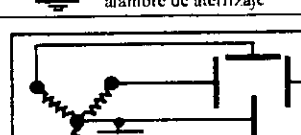
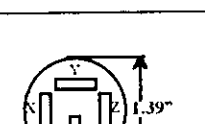

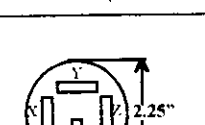
a prueba de explosión Se manejan elementos inflamables y se encuentran en áreas que se consideran peligrosas de acuerdo con el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas de la República Mexicana.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

FIG.2.37 Configuración de receptáculos para diferentes capacidades de voltaje y corriente

CAPACIDAD DE APLICACIÓN	ALAMBRADO	RECEPTÁCULO	NEMA
<p>De 2 alambres de 2 polos Espec. Fed.: Estilo A Para repuesto.</p>			1-15R
<p>Aterrizaje 15 A. 125 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Espec Fed.: Estilo D Estándar para residencial, comercial, industrial</p>			5-15R
<p>Aterrizaje 20 A. 125 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Espec. Fed.: Estilo X Acondicionadores de aire por cuarto, cocinas, aparatos y herramientas portátiles y de trabajo pesado, residencial, comercial e industrial.</p>			5-20R
<p>Aterrizaje 15 A. 250 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Espec. Fed.: Estilo H Acondicionadores de aire por cuarto, herramientas de trabajo pesado y portátiles, aparatos comerciales.</p>			6-15R
<p>Aterrizaje 20 A. 250 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Acondicionadores de aire por cuarto, herramientas portátiles de trabajo pesado, aparatos comerciales.</p>			6-20R
<p>Aterrizaje 15 A. 277 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Accesorios de iluminación comercial</p>			7-15R
<p>20 A. 125/250 V. DE 3 ALAMBRES DE 3 POLOS Espec. Fed.: Estilo L Principalmente para aplicaciones industriales y comerciales que requieren voltaje doble pero no aterrizaje.</p>			10-20R
<p>30 A. 125/250 V. DE 3 ALAMBRES DE 3 POLOS Espec. Fed.: Estilo S Secadoras en residencias, equipo de trabajo pesado en edificios comerciales e industriales. No para aterrizaje de tierra.</p>			10-30R
<p>50 A. 125/250 V. DE 3 ALAMBRES DE 3 POLOS Espec. Fed.: Estilo T Parrillas en residencias, equipo de trabajo pesado en edificios comerciales e industriales. No para aterrizaje de equipo.</p>			10-50R

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

CAPACIDAD DE APLICACIÓN	ALAMBRADO	RECEPTÁCULO	NEMA
<p>Aterrizaje de 30 A. 125 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Proporciona protección de aterrizaje para acondicionadores de aire comerciales, máquinas copadoras de oficina y otro equipo pesado.</p>	 <p>125 V W alambre de aterrizaje</p>	 <p>2.12"</p>	5-30R
<p>Aterrizaje 30 A. 250 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Proporciona protección de aterrizaje para acondicionadores de aire comerciales máquinas copadoras de oficina y otro equipo pesado.</p>	 <p>250 V alambre de aterrizaje</p>	 <p>2.12"</p>	6-30R
<p>Aterrizaje 20 A. 125/250 V. DE 4 ALAMBRES DE 3 POLOS Proporciona protección de aterrizaje para secadoras de ropa y equipo de trabajo pesado.</p>	 <p>250 V 125 V W alambre de aterrizaje</p>	 <p>2.25"</p>	14-30R
<p>Aterrizaje 50 A. 125 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Proporciona protección de aterrizaje para acondicionadores de aire comerciales, máquinas copadoras de oficina y otro equipo de trabajo pesado.</p>	 <p>125 V W alambre de aterrizaje</p>	 <p>2.12"</p>	5-50R
<p>Aterrizaje 50 A. 250 V. DE 3 ALAMBRES DE 2 POLOS Proporciona protección de aterrizaje para acondicionadores de aire comerciales, máquinas copadoras de oficina y otro equipo de trabajo pesado.</p>	 <p>250 V alambre de aterrizaje</p>	 <p>2.12"</p>	6-50R
<p>Aterrizaje 50 A. 125/250 V. DE 4 ALAMBRES DE 3 POLOS Proporciona protección de aterrizaje para parrillas y equipo de trabajo pesado.</p>	 <p>250 V 125 V W alambre de aterrizaje</p>	 <p>2.25"</p>	14-50R
<p>Aterrizaje 60 A. 125/250 V. DE 4 ALAMBRES DE 3 POLOS Casas móviles, equipo de trabajo pesado comercial e industrial.</p>	 <p>250 V 125 V W alambre de aterrizaje</p>	 <p>2.25"</p>	14-60R
<p>3 Fases 20 A. 250 V. DE 3 FASES, DE 4 ALAMBRES, 4 POLOS Motores y otro equipo que requiere potencia de 3 fases. No para aterrizaje de equipo.</p>	 <p>W</p>	 <p>1.39"</p>	18-20R
<p>3 Fases 60 A. 250 V. DE 4 ALAMBRES DE 4 POLOS Espec. Fed.: Estilo U Motores y equipo de trabajo pesado que requieren potencia de 3 fases. No para aterrizaje de equipo.</p>	 <p>W</p>	 <p>2.25"</p>	18-60 R

II.7. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.

El tablero de distribución es un panel sencillo, armazón o conjunto de paneles, en donde se instalan, ya sea por el frente, por detrás o en ambos lados, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, soleras e instrumentos.

Un sistema de distribución debe de estar diseñado para entregar energía a los puntos en que se va utilizar, sin interrupciones, ni restricciones y a un costo razonable. Debe de cubrir las necesidades operacionales normales y además de proteger al sistema y al suministro contra fallas y condiciones anormales.

Un detalle aparentemente pequeño pero de gran importancia es el hecho de que la amenaza más grande al suministro de energía la constituye la falla de corto circuito, pues su incidencia implica un cambio violento en la operación del sistema debido a que la energía que previamente se estuviese entregando a la carga, se irá ahora a la falla.

Esta liberación incontrolada de energía puede ser destructiva, causando fuego y daños estructurales no sólo en el lugar original de la falla, sino también en otros puntos del sistema por los que circule energía hacia la falla. sin embargo, el aislamiento de la falla por los equipos desconectores más cercanos a ella, limitará el daño en el punto de falla e impedirá que la misma y sus efectos se propaguen al resto del sistema, y es precisamente el equipo de protección quien tendrá la decisión de iniciar la apertura del equipo desconector primario.

Las fallas en los sistemas de distribución, se pueden clasificar por su duración en dos grandes grupos que son:

- ♦ Fallas transitorias.
- ♦ Fallas permanentes.

II.7.1. PROTECCIONES EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

Debido a la diversidad de las causas de falla que afectan a un sistema de distribución, no se pueden prescindir de una adecuada protección. De donde la aplicación y la coordinación selectiva de equipos de protección, requiere conocer la magnitud de la sobrecorriente en los puntos donde se aplican, dependiendo del tipo de falla que se presente y naturaleza de la carga. Por tal motivo la protección contra la sobrecorriente se considera un "arte" que presenta aspectos de seguridad, sensibilidad y selectividad.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

Seguridad.— Esta se logra cuando el equipo de protección no efectúe operaciones falsas que abran el circuito por corrientes de energización, condiciones transitorias o de estado estable no peligrosas para el sistema y equipo.

Sensibilidad.— El equipo de protección debe de ser lo suficientemente capaz para detectar las fallas, dependiendo de su ubicación en el sistema.

Selectividad.— se obtiene cuando el equipo está coordinado adecuadamente, con el objeto de que sólo opere el equipo de protección más cercano a la falla , quedando el inmediato anterior como dispositivo de respaldo.

Con lo anterior, se logra la función de la protección que es:

- Aislar las fallas del resto del circuito
- Reducir el número de fallas permanentes
- Incrementar la continuidad del circuito
- Reducir el tiempo para localizar las fallas
- Prevenir daños al equipo
- Reducir la probabilidad de falla disruptiva
- Reducir al máximo las situaciones peligrosas para el público en general.

En la medida que crecen y se desarrollan los sistemas de distribución, aumenta la importancia de proveer de una buena protección eléctrica al equipo para dar seguridad a las personas que lo operan, así como al usuario.

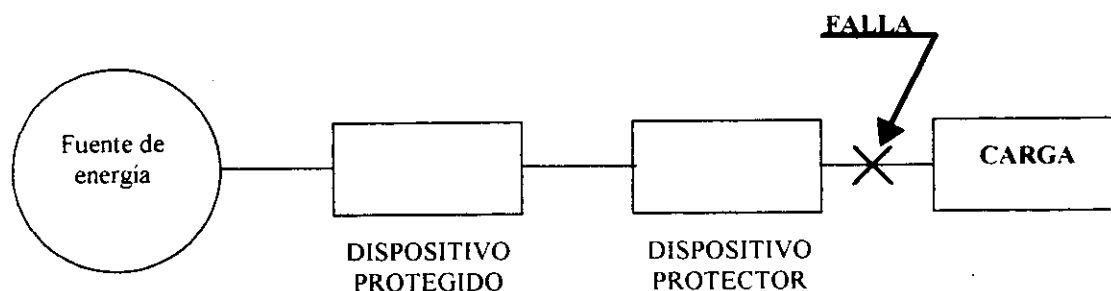


FIG. 2.38 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Para la instalación correcta del equipo de protección, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

Primero. – El dispositivo de protección más cercano a la falla (dispositivo protector), debe de eliminar antes de que el dispositivo de protección inmediato anterior de respaldo (dispositivo protegido) opere y abra el circuito. Ver la figura 2.38.

Segundo. – Las fallas deben ser restringidas y aisladas de tal forma que afecten en el menor grado al resto del circuito.

Existen diferentes esquemas de protección, que se aplican en función de la importancia del suministro de energía, siendo las más comunes los siguientes:

a).- Coordinación Interruptor – Fusible

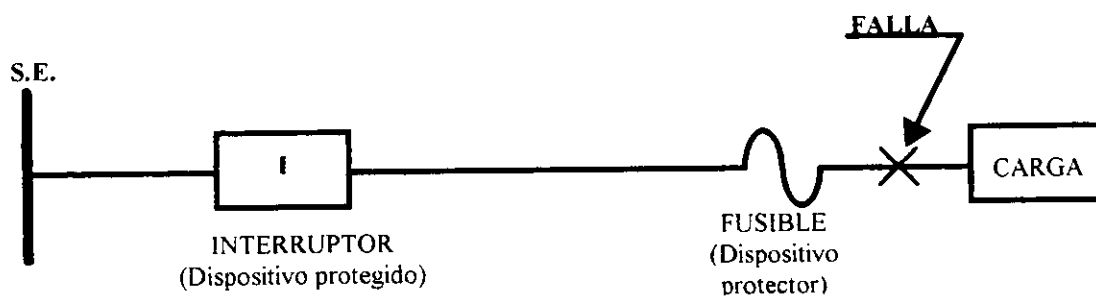


FIG. 2.39

Para esta coordinación, el fusible tiene la función de operar para una falla que se presente en el lado de la carga, impidiendo que opere el interruptor (relevador de tiempo), a menos que este último cuente con un relevador instantáneo que operará de inmediato y en caso de persistir la falla operará el fusible después de realizarse el recierre, quedando como respaldo nuevamente el interruptor, recomendándose un mínimo de 0.3 segundos entre la interrupción total del fusible y del relevador de tiempo del interruptor.

b).- Coordinación Restaurador – Fusible.

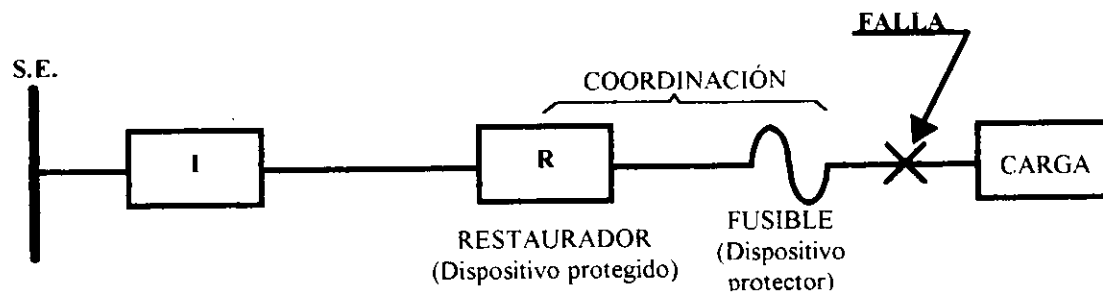


FIG. 2.40

En esta coordinación se busca que las operaciones rápidas del restaurador no provoquen daño a los fusibles, incluyendo el efecto acumulativo de las operaciones rápidas, considerando los intervalos de recierre. Asimismo las operaciones lentas del

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

restaurador se deben de restaurar lo suficiente para asegurar la operación del fusible antes de la apertura definitiva del restaurador.

c).-Coordinación fusible – fusible.

Para lograr una coordinación entre fusibles, se utilizan generalmente las curvas corriente - tiempo mínimo de fusión y las curva corriente tiempo de interrupción total de cada fusible empleado (F1 y F2), de tal forma que para una falla en el lado de la carga debe de operar el fusible F2 antes que se presente algún daño en el fusible protegido (F1), el cual debe de operar únicamente como respaldo para la misma falla o para alguna otra que se presente entre los dos fusibles en serie.

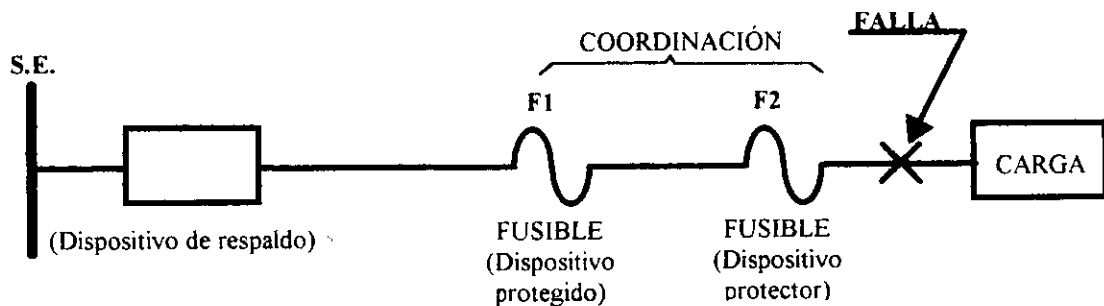


FIG. 2.41

d).- Fusible de A.T. –Interruptor termomagnético de B.T.

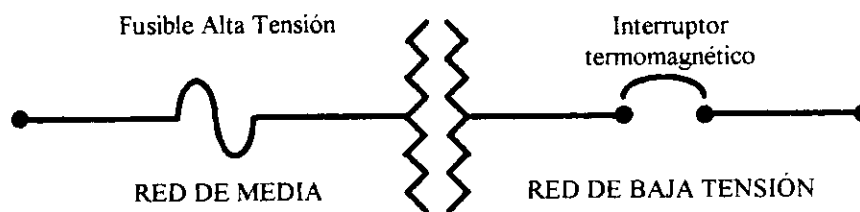


FIG. 2.42

Los fusibles son elementos de protección que constan de un alambre o cinta de aleación de plomo y estaño con un bajo punto de fusión, que se funde cuando excede el límite para el cual fué diseñado interrumpiendo el circuito. Se fabrican para operación en dos tipos:

* Fusible de tapón.- Usados principalmente en casas habitación con capacidades de 10, 15, 20 y 30 amperes.

* Fusibles tipo cartucho.- Que a su vez pueden ser tipo casquillo para capacidades de 3 a 60 amperes y tipo navaja para capacidades de 75 a 600

amperes, estos fusibles son renovables ya que si se funde el elemento fusible, puede ser reemplazado.

De acuerdo con sus características eléctricas, los elementos fusibles pueden ser de tipo normal y de acción retardada, el tipo normal esta formado por cinta o alambre, el de acción retardada que tiene formas diversas para retardar el tiempo de fusión.

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para abrir el circuito en forma automática cuando ocurre una sobrecarga accionado por una combinación de un elemento térmico y un elemento magnético.

El elemento térmico consta esencialmente de la unión de dos elementos metálicos de diferente coeficiente de dilatación, conocido también como par térmico, el cuál al paso de la corriente se calienta y por lo tanto se deforma, habiendo un cambio de posición que aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor.

El elemento magnético consta de una bobina cuyo núcleo es movible y que puede operar o disparar el mecanismo del interruptor, el circuito se abre en forma instantánea cuando ocurre sobrecorriente, operan con sobrecargas con elemento térmico y por sobrecorrientes con el elemento magnético para fallas.

II.8. SISTEMAS DE TIERRAS.

La forma más adecuada para proteger cualquier instalación eléctrica contra sobretensiones, es instalar una o varias redes de tierras adecuadas a la que se conectarán los neutros de los aparatos los pararrayos², las estructuras metálicas, los tanques de los aparatos, áreas especiales, como tablero de aislamiento, los cables de guarda de la subestación y en general todas las partes metálicas que deben estar con potencial a tierra. En dichas partes puede aparecer tensión como consecuencia de una avería o fallo.

Una instalación de puesta a tierra se compone esencialmente de unos electrodos (picas, placas o conductores que se hallan en íntimo contacto con el terreno) y de una red de conductores que los conectan a las partes de la instalación que deben ser puestas a tierra (Fig.2.43).

Una red de tierras:

- ♦Proporciona un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes de tierra, ya sea a que se deban a una falla de cortocircuito o a la operación de un pararrayos.

² En la práctica el sistema de pararrayos se conecta a un sistema de tierras propio

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
II.- Sistemas de Iluminación

- ♦ Evitan que durante la circulación de las corrientes de tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la red o de la instalación eléctrica, significando un peligro para el personal y personas que asisten al lugar.
- ♦ Da mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

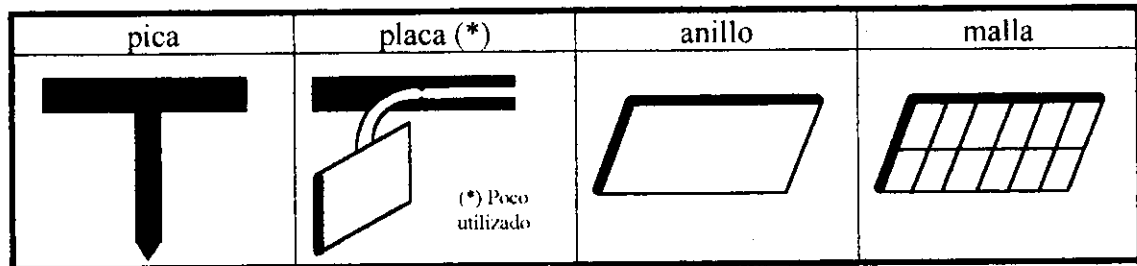


FIG. 2.43

En la mayoría de los casos se tiene un buen sistema de tierras con solo enterrar directamente uno o más electrodos verticales de barra circular de fierro forrada por una delgada capa de cobre (copper weld) de 3 m de longitud y 5/8 de pulgada de diámetro.

No siempre se logra obtener una buena tierra con sólo enterrar una o dos varillas donde el terreno tiene alta resistividad, es decir, que esta compuesto por roca, tepetate, arena o relleno, donde la resistencia a tierra es mayor a 25 Ohms. Se tienen rangos o valores de la resistividad para cada tipo de suelo, esencialmente por composición del terreno, su contenido de humedad, de sales, la temperatura, etc. Una clasificación del terreno es la siguiente:

TIPO DE SUELO	RESISTIVIDAD
Tierra orgánica húmeda	10 ohms - metro
Tierra húmeda	100 ohms - metro
Tierra seca	1000 ohms - metro
Roca sólida	10 000 ohms - metro

Tabla 2.11

Los métodos que se pueden emplear para sistemas de tierra en terrenos de alta resistividad pueden ser los siguientes:

Electrodos profundos. Consiste en efectuar perforaciones profundas hasta encontrar terrenos de baja resistencia. Este sistema es demasiado costoso debido principalmente a los costos elevados de los equipos de perforación

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

Electrodos múltiples. Este es un medio económico para instalar un sistema de tierras aunque su valor de resistencia siempre es superior al del electrodo profundo. Consiste en enterrar varios electrodos de 3 m. de longitud en forma vertical en diferentes configuraciones, espaciados una distancia generalmente de 2 a 3 metros, conectados entre sí por un conductor de cobre desnudo. Los arreglos más comunes entre sí de los electrodos con sus valores esperados son:

Electrodos Químicos. Este método consiste en modificar el medio que rodea al electrodo, bajando la resistividad del suelo. Tanto los sulfatos como las sales, ya no se usan, los que además de ser corrosivos principalmente sobre el cobre, se disuelven fácilmente con el agua. Se usan:

El carbón, ya sea vegetal o mineral (coke).

La bentonita, la cual es una arcilla cuya principal característica es absorber y retener agua, se coloca alrededor del electrodo sellando las grietas, aberturas o huecos, formando un buen camino para las corrientes que drenan a tierra.

Las resinas sintéticas, que es lo más actual, son resinas de bajo peso molecular del tipo electrolítico con un elemento endurecedor, lo que hace que su baja resistividad se mantenga por largo tiempo.

Electrodos horizontales. Es otra buena alternativa para instalar un sistema de tierras efectivo, aunque un poco más caro que el de electrodos múltiples. Consiste en enterrar un conductor desnudo a una profundidad que va de 50 a 100 cm. Este método se emplea cuando no es posible utilizar electrodos de cooper weld enterrados en forma vertical. Su aplicación va desde los sistemas de distribución en fraccionamientos y conjuntos habitacionales, hasta en los lugares en los que existe suficiente superficie para efectuar las obras subterráneas.

Las Normas Eléctricas para instalaciones eléctricas de Hospitales del sector salud, proporcionan la siguiente información sobre los sistemas de tierras.

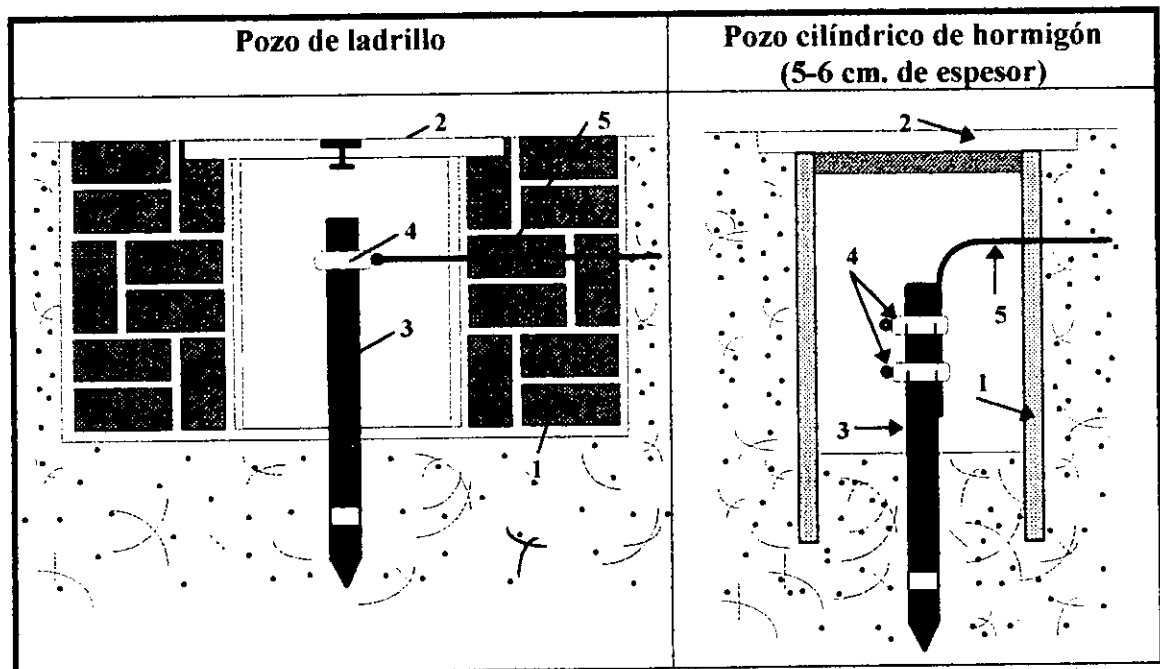
1. Características de la conexión a tierra. Deberá ser permanente y continua, con capacidad de conducción suficiente para soportar cualquiera de las corrientes que les puedan ser impuestas; de baja impedancias para limitar el potencial sobre tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de sobrecorriente del circuito.
2. Continuidad de conexión a tierra. Deberá asegurarse la continuidad eléctrica a lo largo de las canalizaciones, equipos y conductores con cubierta metálica que integran el sistema.
3. Medio de identificación de terminales. La identificación de terminales al cual de ser conectado un conductor puesto a tierra debe ser substancialmente de color blanco. La identificación de otras terminales debe ser de color diferente y fácil de identificar.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

Excepción: Donde las condiciones de mantenimiento y supervisión pueden asegurar que solamente personal calificado tiene acceso a las instalaciones, se permite que las terminales para conductores puestos a tierra tengan identificación permanente, durante la instalación, con distintivos de color blanco o cualquier otro medio igualmente efectivo.

Tipos de pozos.- Es útil el empleo de pozos cuando se requiere tener acceso al electrodo para efectuar controles y mediciones. ello es particularmente valido, para las instalaciones de puesta a tierra que entran en el ámbito de las disposiciones legales para la prevención de los accidentes laborales.



- 1.- Pozo.
- 2.- Tapa de hormigón o hierro (evitese este material siempre que sea posible).
- 3.- Electrodo en forma de pica o tubular. Puede ser igualmente ser la derivación de un electrodo en malla.
- 4.- Bornes.
- 5.- Cables de cobre o de acero galvanizado.

FIG. 2.44

Existen en el mercado diversos tipos de pozos prefabricados (de aleación ferrosa o de material aislante). Hay pozos hechos de fundición de acero o de hierro colado con revestimiento aislante de material plástico polivinílico; con ellos se completa y es más fácil la obtención de bajas resistencias de tierras.

Los electrodos en anillo proporcionan una baja resistencia de tierra; para ello la instalación de tierra debe extenderse a todos los lugares del edificio que alimente energía eléctrica

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

II.- Sistemas de Iluminación

(depósitos, almacenes, áreas de riesgo, etc.). un electrodo de anillo se conecta con un cierto número de picas en los siguientes casos:

- a).- Cuando se prevea la protección contra descargas atmosféricas.
- b).- Cuando se trate de edificios, sobre todo si son de reducidas dimensiones, cuyos cimientos descansen en terrenos de elevada resistividad.
- c).- Cuando en determinadas circunstancias, sea necesario reducir la tensión de paso.

Los electrodos de malla, se utilizan preferentemente en estaciones y cabinas eléctricas, a fin de mantener la tensión de contacto dentro de los límites admitidos. la malla debe de complementarse, en los nudos y a lo largo de su perímetro, con picas clavadas profundamente a fin de reducir las tensiones de paso. La malla debe de extenderse, por lo menos un metro, más allá del perímetro de edificación (Fig. 2.45).

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
 II.- Sistemas de Iluminación




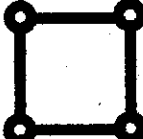
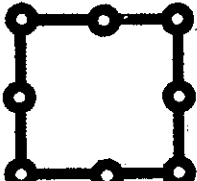
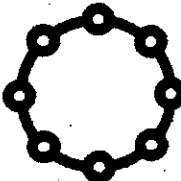
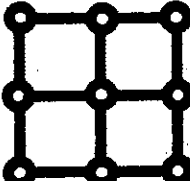
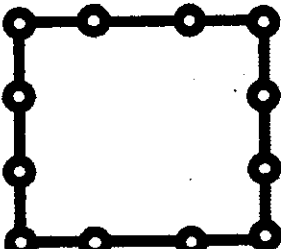
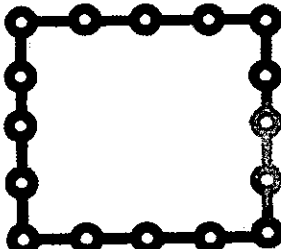
ARREGLOS	VALORES ESPERADOS
	Dos electrodos en paralelo, reducen en un 50 % la resistencia de uno.
	Tres electrodos en línea recta, reducen al 35 %.
	Tres electrodos en delta, reducen al 30 %.
	Cuatro electrodos en cuadro, reducen el 20 %.
	Ocho electrodos en cuadro, reducen el 17 %.
	Ocho electrodos en círculo, reducen el 16 %.
	Nueve electrodos en cuadro sólido, reducen el 16 %.
	Doce electrodos en cuadro, reducen el 12 %.
	Dieciséis electrodos en cuadro, reducen al 9 %.

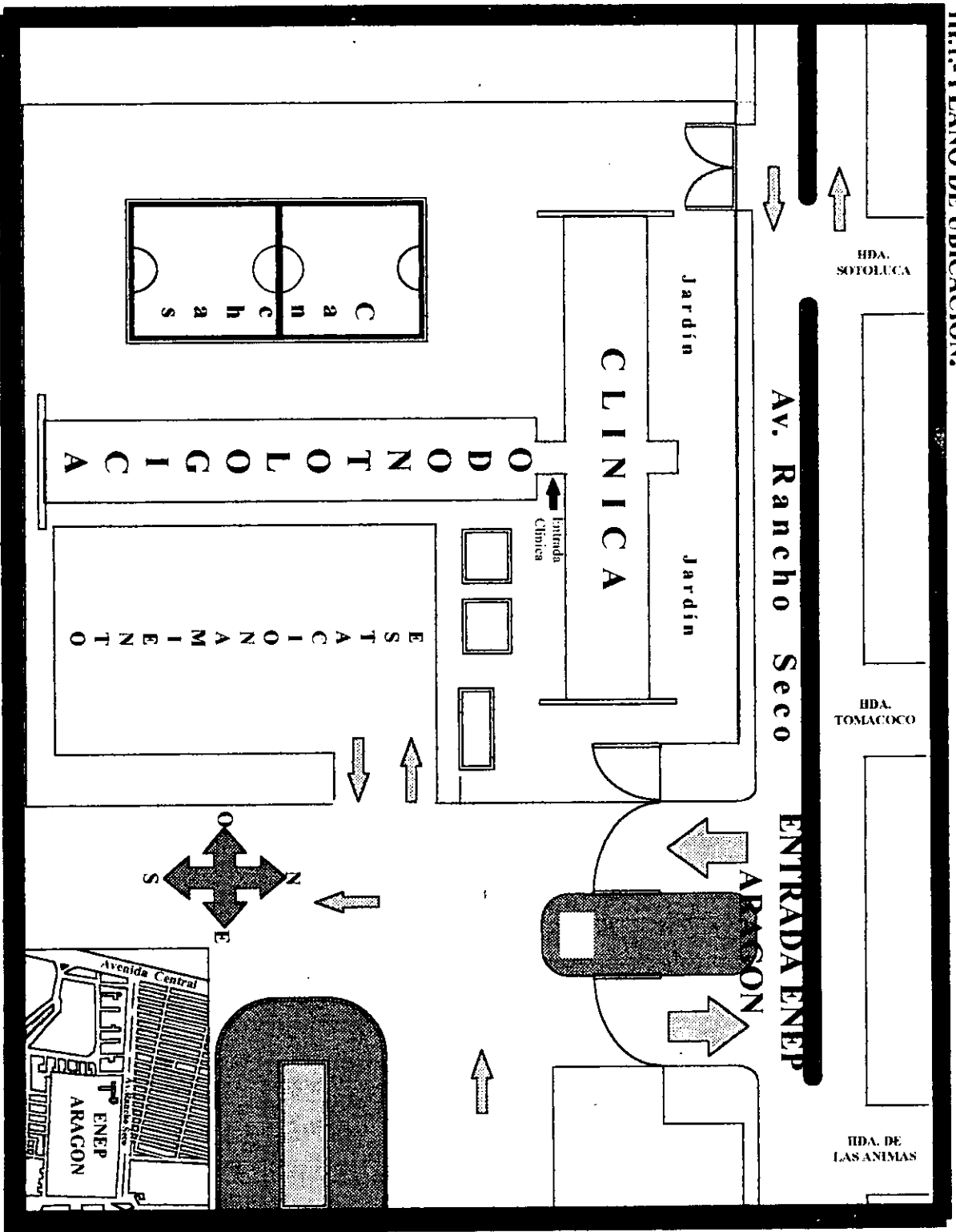
FIG. 2.45

ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS

CAPITULO III	
III.1	PLANO DE UBICACIÓN
III.2	PLANOS DE LUMINARIAS EN LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA
III.2.1	PLANTA BAJA
III.2.2	PRIMER NIVEL
III.2.3	REFLECTORES
III.3	PLANOS DE CONTACTOS EN LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA
III.3.1	PLANTA BAJA
III.3.2	PRIMER NIVEL
III.4	CENTROS DE CARGAS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA
III.4.1	CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL TABLERO NO. 1
III.4.2	CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL TABLERO NO. 2
III.4.3	CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL TABLERO NO. 3
III.4.4	CUADRO DE CARGA Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL TABLERO NO. 4
III.5	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS Y CONTACTOS
III.6	DIAGRAMA UNIFILAR
III.7	CONSIDERACIONES GENERALES

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
III - Actualización de los planos eléctricos.

III.1.- PLANO DE UBICACIÓN.



CLÍNICA ODONTOLÓGICA ARAGÓN

La clínica odontológica Aragón, se encuentra ubicada en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México, al norte del Distrito Federal, enclavada en terreno ocupado por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (Enep) Aragón, como dependencia universitaria esta asignada académica y administrativamente a la Enep Iztacala.

La clínica se empezó a construir en el año de 1975 y fue terminada en el año de 1976, para auxiliar en su práctica académica a estudiantes de la carrera de odontología y dar servicio a la comunidad, para lo cual cuenta con 57 unidades dentales, 2 laboratorios, cuarto de rayos "X", 3 aulas y área administrativa.

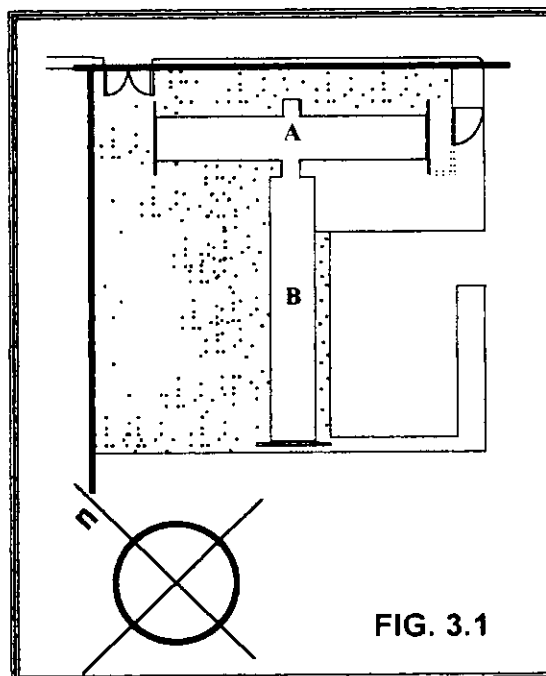
Su configuración arquitectónica corresponde a dos cuerpos interceptados en planta baja y alta, en el cuerpo B (planta baja y alta) se ubican las unidades dentales, en el cuerpo A (planta baja) se ubican el área administrativa, bodega, sanitarios para académico - administrativos, sanitarios públicos, cuarto de máquinas, laboratorio, (planta alta) laboratorio y 3 aulas, estructuralmente esta resuelto por cajones de cimentación con estructura metálica, losas prefabricadas, muros de block vidriado y herrería de aluminio y vidrios.

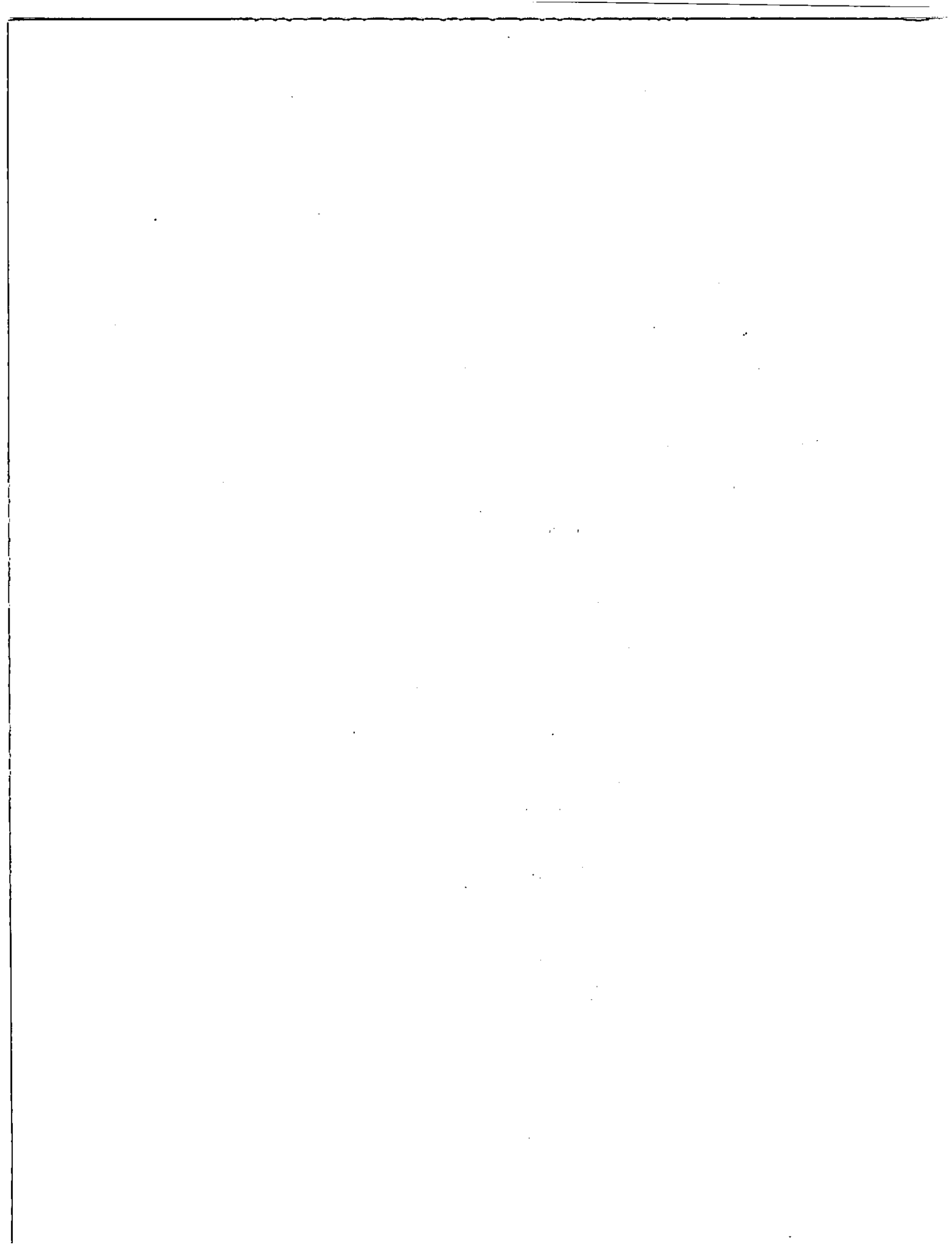
DATOS GENERALES:

SUPERFICIE DEL TERRENO 4580 M²

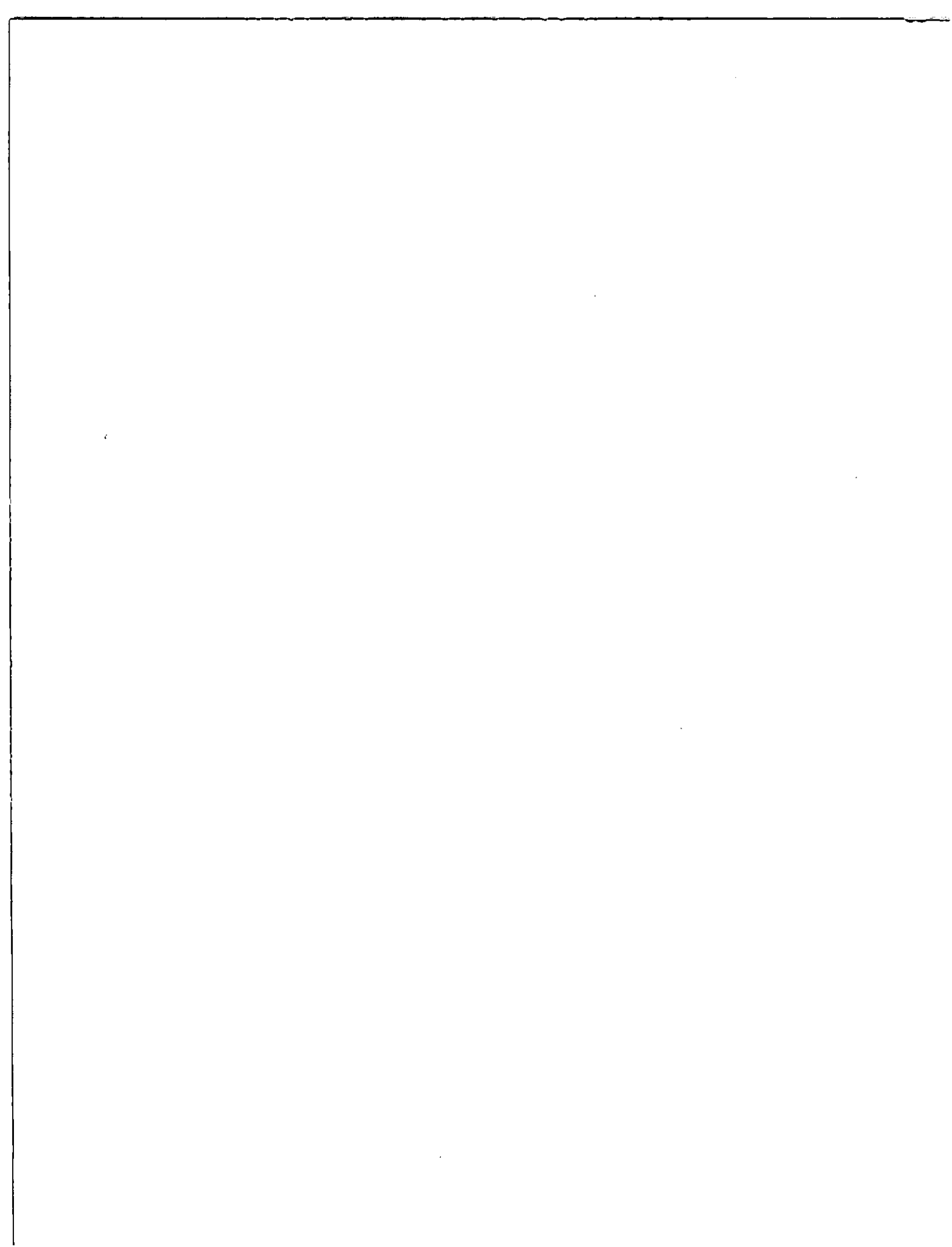
SUPERFICIE CONSTRUIDA 2087 M²

ÁREA DE CLÍNICAS (CUERPO B) PLANTA BAJA Y ALTA 665 M²





**III.2. PLANOS DE LUMINARIAS EN LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**
III.2.1. PLANTA BAJA



**III.2. PLANOS DE LUMINARIAS EN LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.
III.2.2. PRIMER NIVEL**

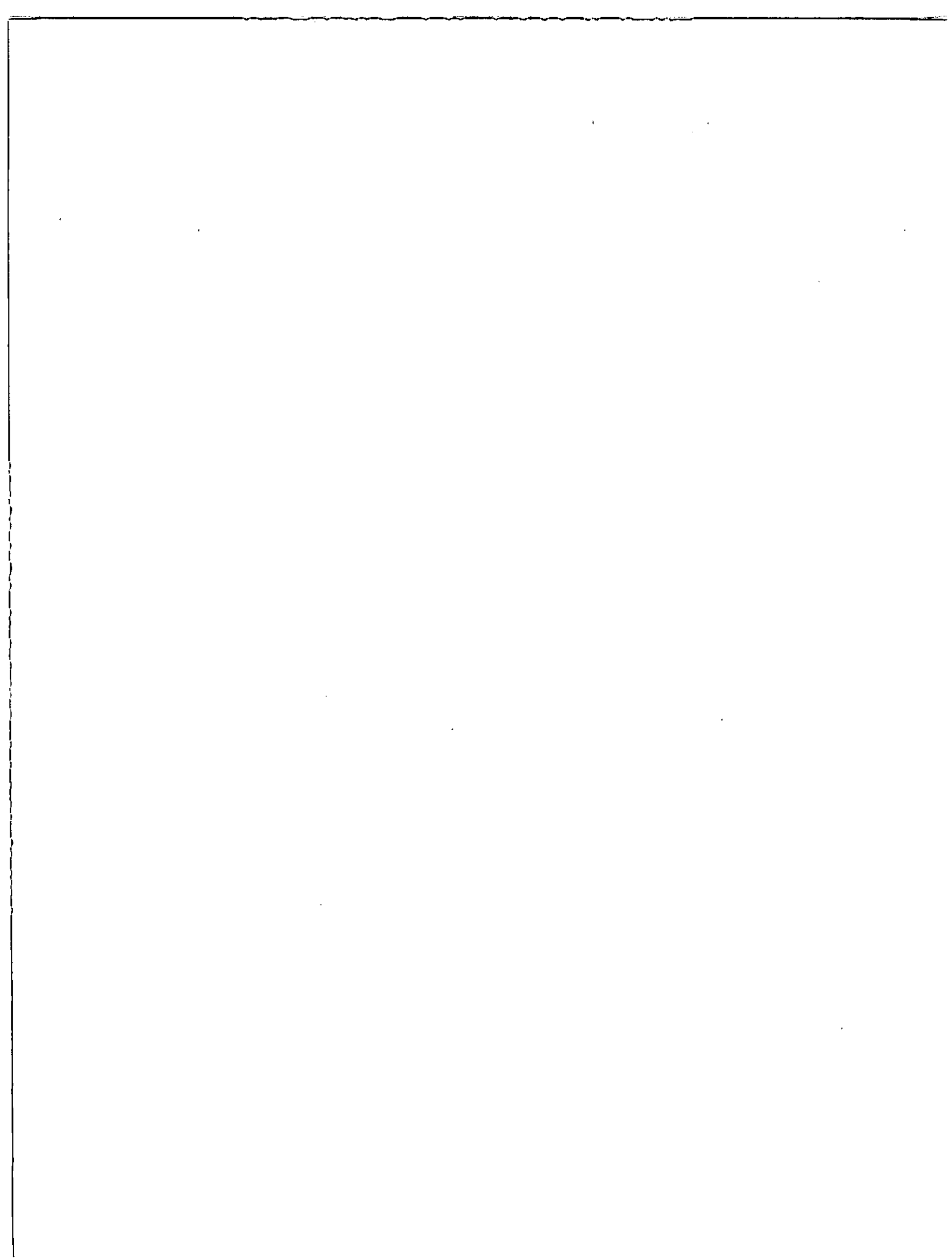
**III.2. PLANOS DE LUMINARIAS EN LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**
III.2.3. REFLECTORES

**III.3. PLANOS DE CONTACTOS EN LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**
III.3.1. PLANTA BAJA

**III.3. PLANOS DE CONTACTOS EN LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**
III.3.2. PRIMER NIVEL

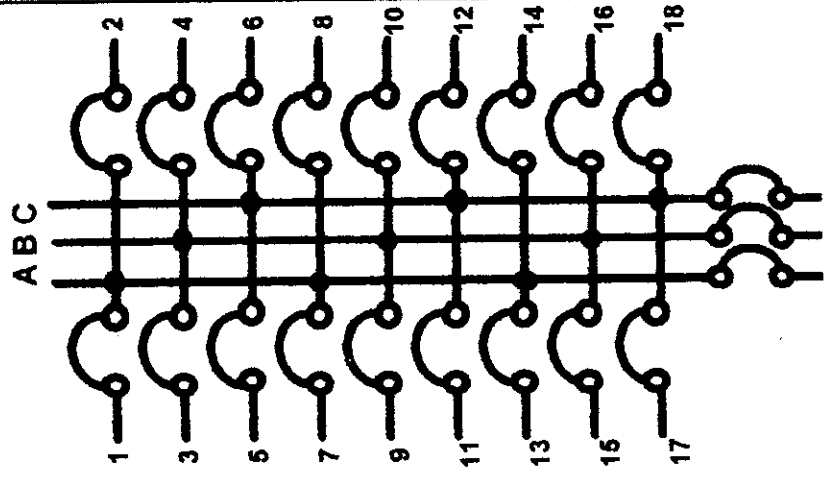
**III.4. CENTROS DE CARGAS DE LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**

**III.4.1. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL
TABLERO NO. 1**



CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1PB MARCA: FEDERAL PACIFIC, 240/127 VOLTS, 4H, 3F

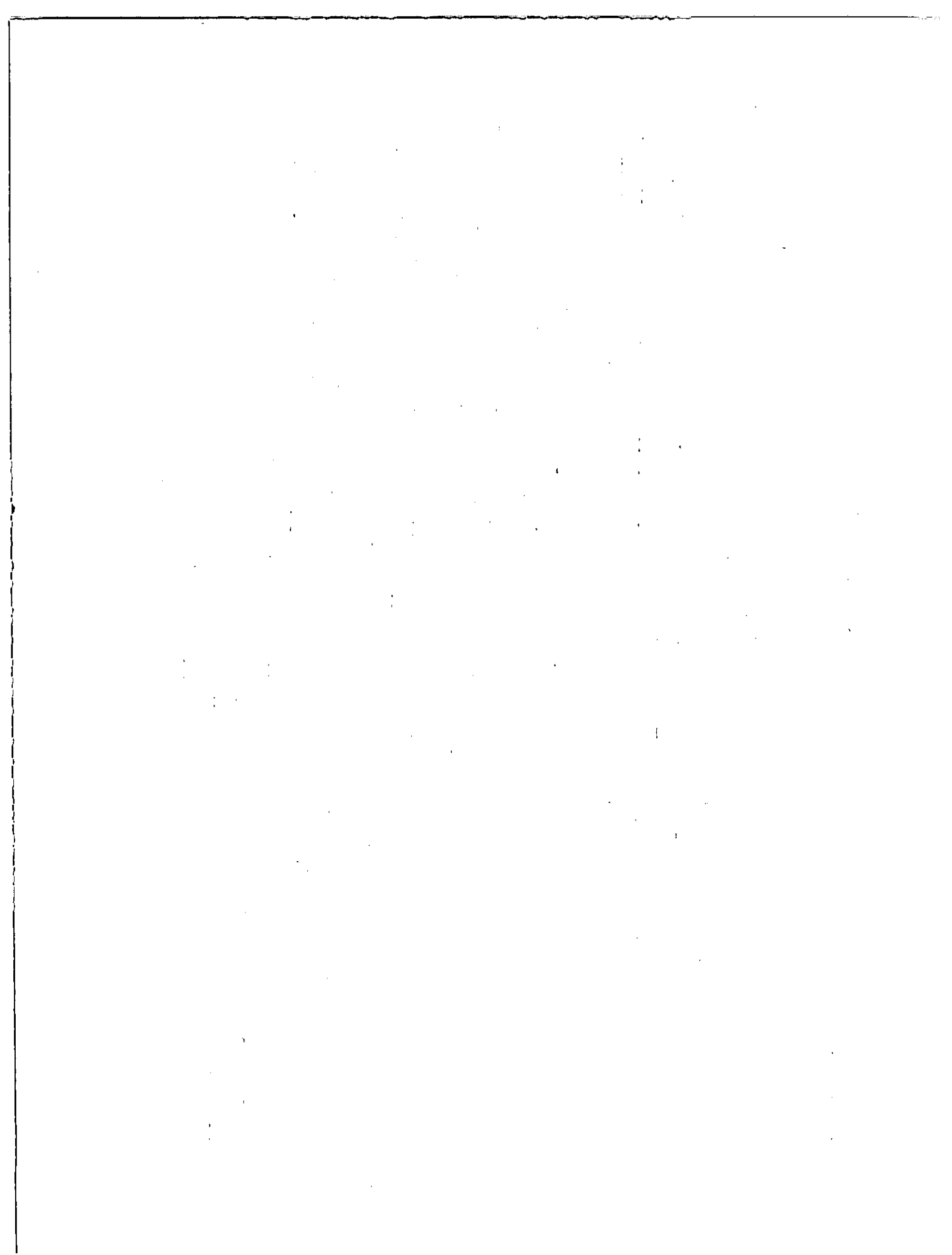
Número	código No.	Protección Amperes	L. fluorescente				Reflector 400 Watts	Contactos 200 Watts	Watts totales	F A S E S										
			2 X 40 Watts	2 X 20 Watts	2 X 75 Watts	4 X 40 Watts				A WATTS	B WATTS	C WATTS								
1	1A	20	11					1100	1100											
2	1B	20	6					600	600											
3	2A	20	10					1000	1000											
4	2B	20	6					600	600											
5	3	20		1	3	2		1012.5	1012.5											
6	4	20	6					600	600											
7	5	20	9					900	900		900									
8	6	20						2400	2400		2400									
9	7	20					12	400	400											
10	8	20	11					1100	1100											
11	9	20	7			2		700	700											
12	10	20					17	3400	3400											
13	11	20	7		3			1662.5	1662.5		1662.5									
14	12	20						2200	2200		2200									
15	13,15	20				4		1600	800	800										
16	14,16	30				5		2000	1000	1000										
17	17	20	7					700	700		700									
18	18	30	7					700	700		700									
TOTAL=									380	87	1	6	4	9	42	watts totales =	22675	6600	7512.5	8562.5



PORCENTAJE DE DESBALANCE MAXIMO = (C_{max.} - C_{min.})/C_{max.} X 100

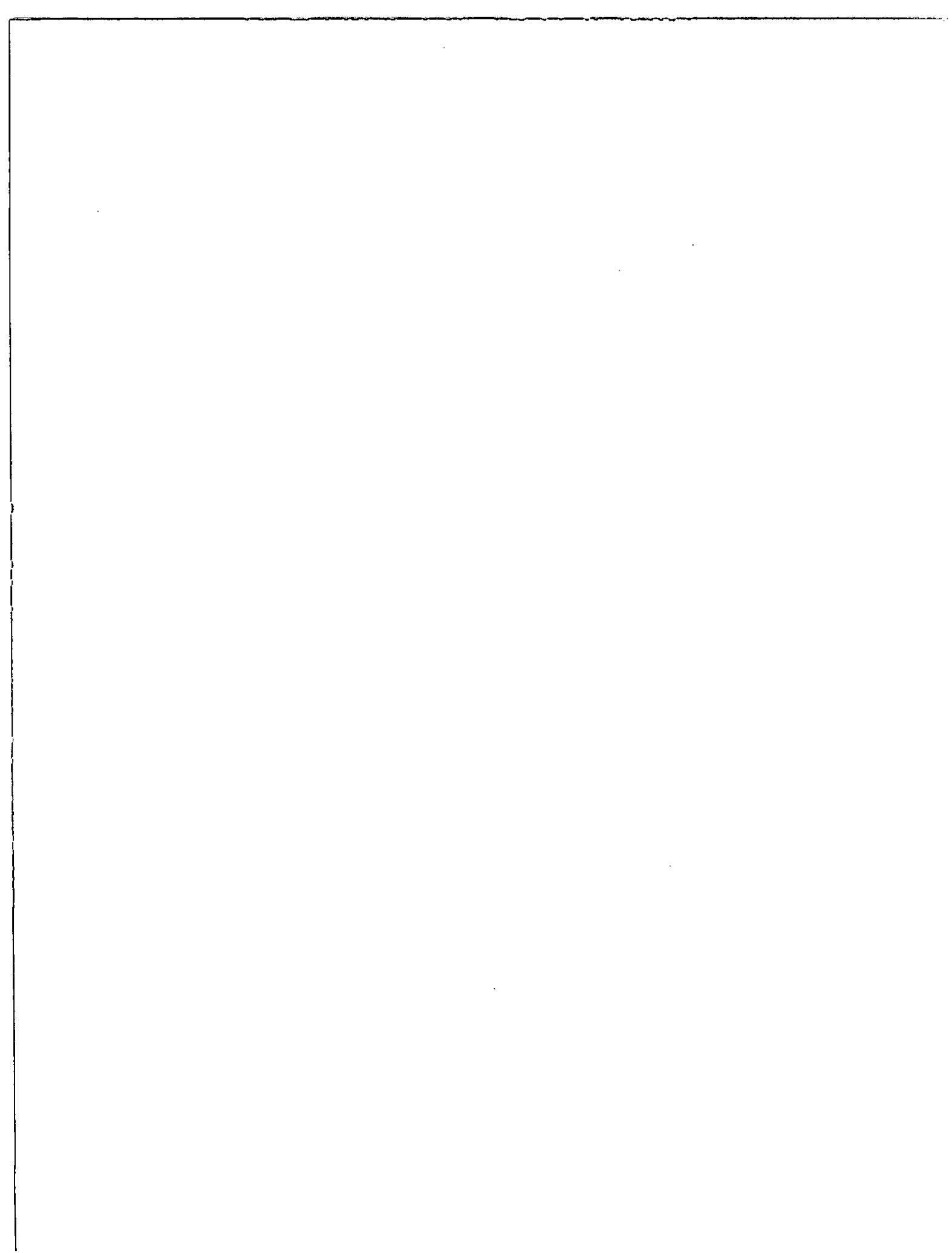
DESBALANCE MAXIMO = (8562.5 WATTS - 6600 WATTS) / 8562.5 WATTS X 100

DESBALANCE MAXIMO = 22.91 %



**III.4. CENTROS DE CARGAS DE LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**

**III.4.2. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL
TABLERO NO. 2.**



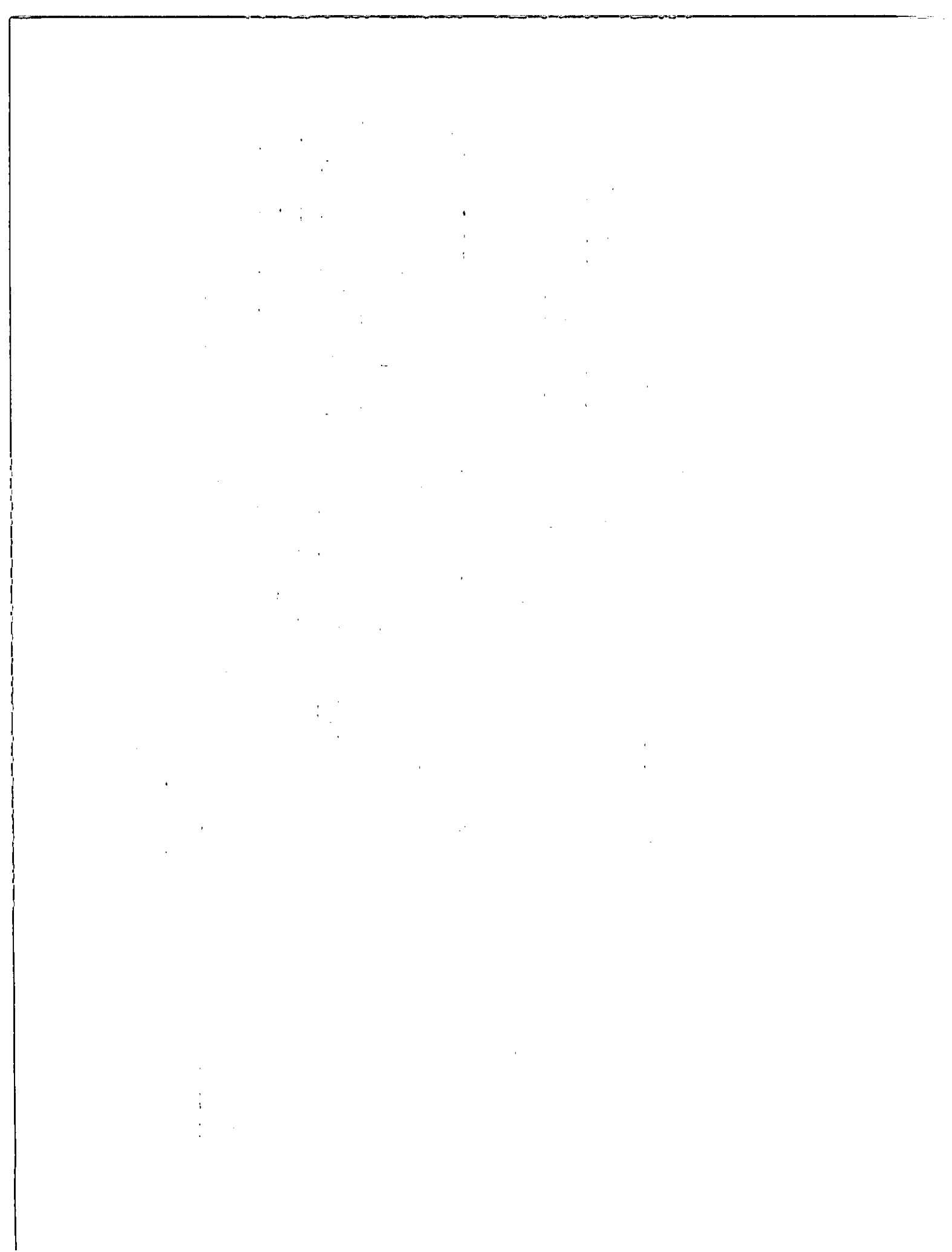
CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2PB MARCA: FEDERAL PACIFIC, 240/127 VOLTS, 4H, 3F

Número	código No.	Protección Amperes	L. fluorescente				L. halógenas 55 watts	Contactos 200 Watts	Watts totales	F A S E S		
			2 X 40 Watts	2 X 16 Watts	2 X 75 Watts	2 X 32 Watts				Incandescente 10 watts	A WATTS	B WATTS	C WATTS
1	1	20					2	1235		1235		
2	2	30			6			1125		1125		
3	3	20			6			1125		1125		
4	4	30			4			850		850		
5	5	20		1	6			1125		1125		
6	6	20			6			1125		1125		
7	7	20					7	1400		1400		
8	8	20					6	1200		1200		
9	9	20										
10	10	20					13	3460		3460		
11	11	20		1				40		40		40
12	12	30						2800		2800		2800
13	13	30						300		300		
14	14	30						385		385		
15	15	20					7	510		510		510
16	16	30				1		575		575		575
17	17	30						2600		2600		2600
18	18	30						200		200		200
TOTAL=		440	9	1	34	1	31	41	20055	5645	6520	7890

PORCENTAJE DE DESBALANCE MAXIMO = (C_{max.} - C_{min.}) / C_{max.} X 100

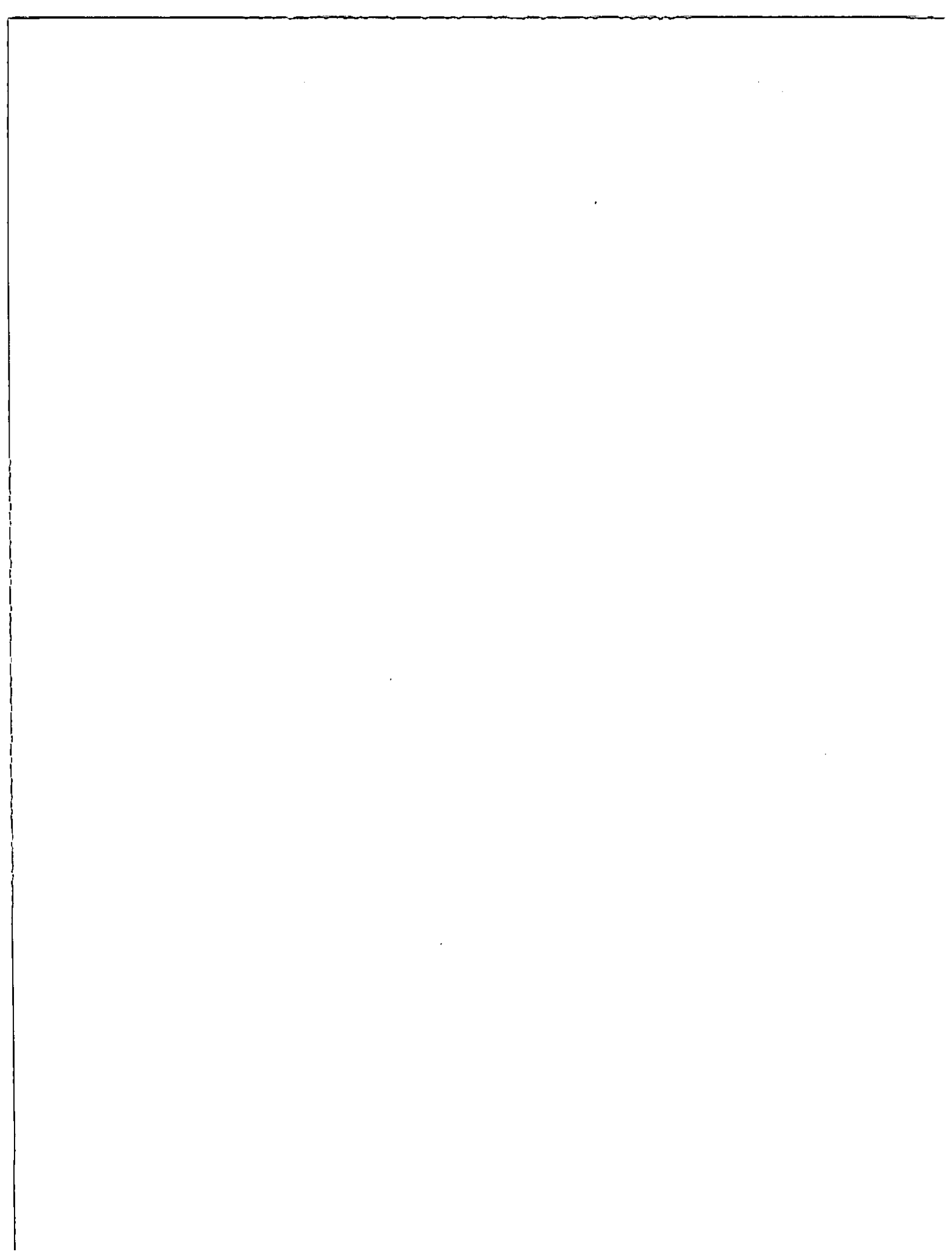
DESBALANCE MAXIMO = (7890 WATTS - 6520 WATTS) / 7890 WATTS X 100
DESBALANCE MAXIMO = 28.45 %

* CONTACTO ESPECIAL, EQUIPO DE RX.



**III.4. CENTROS DE CARGAS DE LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**

**III.4.3. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL
TABLERO NO. 3**



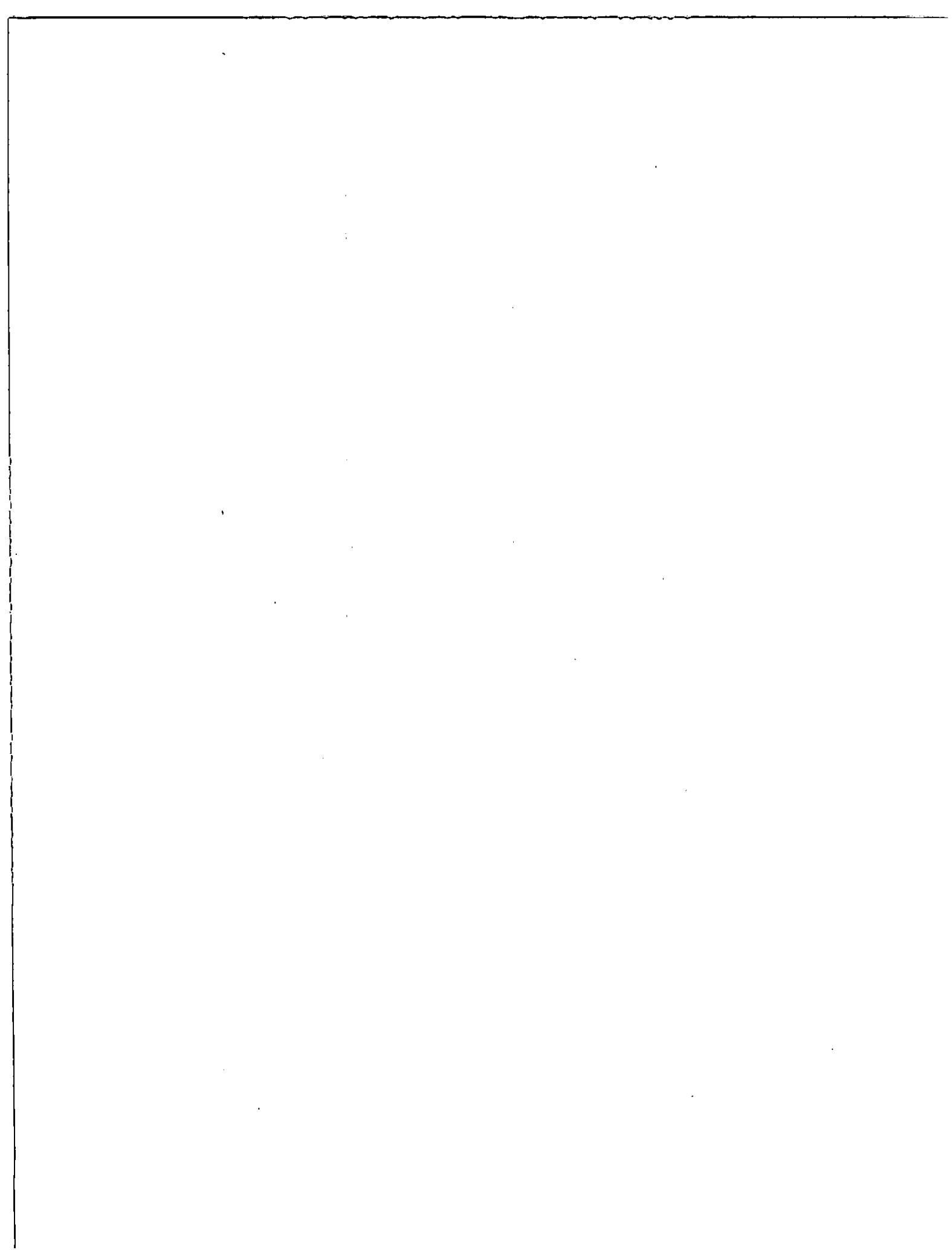
CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3PN, MARCA: FEDERAL PACIFIC, 240/127, 4H, 3F

		F A S E S					
		A	B	C			
		WATTS	WATTS	WATTS			
	Numero						
	Circuito No.						
	Protección Amperes						
	L. fluorescente 2 X 40 Watts						
	Contactos 200 Watts						
	Watts totales						
	1	1	20			1200	
	2	2	20			1200	
	3	3A	20			1600	
	4	3B	20			2200	
	5	4A	30			1200	
	6	4B	20			2000	
	7	5A	20			2000	2000
	8	5B	20			2000	2000
	9	6A	20			2000	2000
	10	6B	20			2000	2000
11	7A	20			2000		
12	7B	20					
13	8A	20			2000		
14	8B	20			2000		
15	9	30			1600		
16	10	30					
TOTAL =		350			52	99	
					Watts totales =	25000	
						8400	
						8600	
						8000	

PORCENTAJE DE DESBALANCE MAXIMO = $(C_{max} - C_{min}) / C_{max} \times 100$

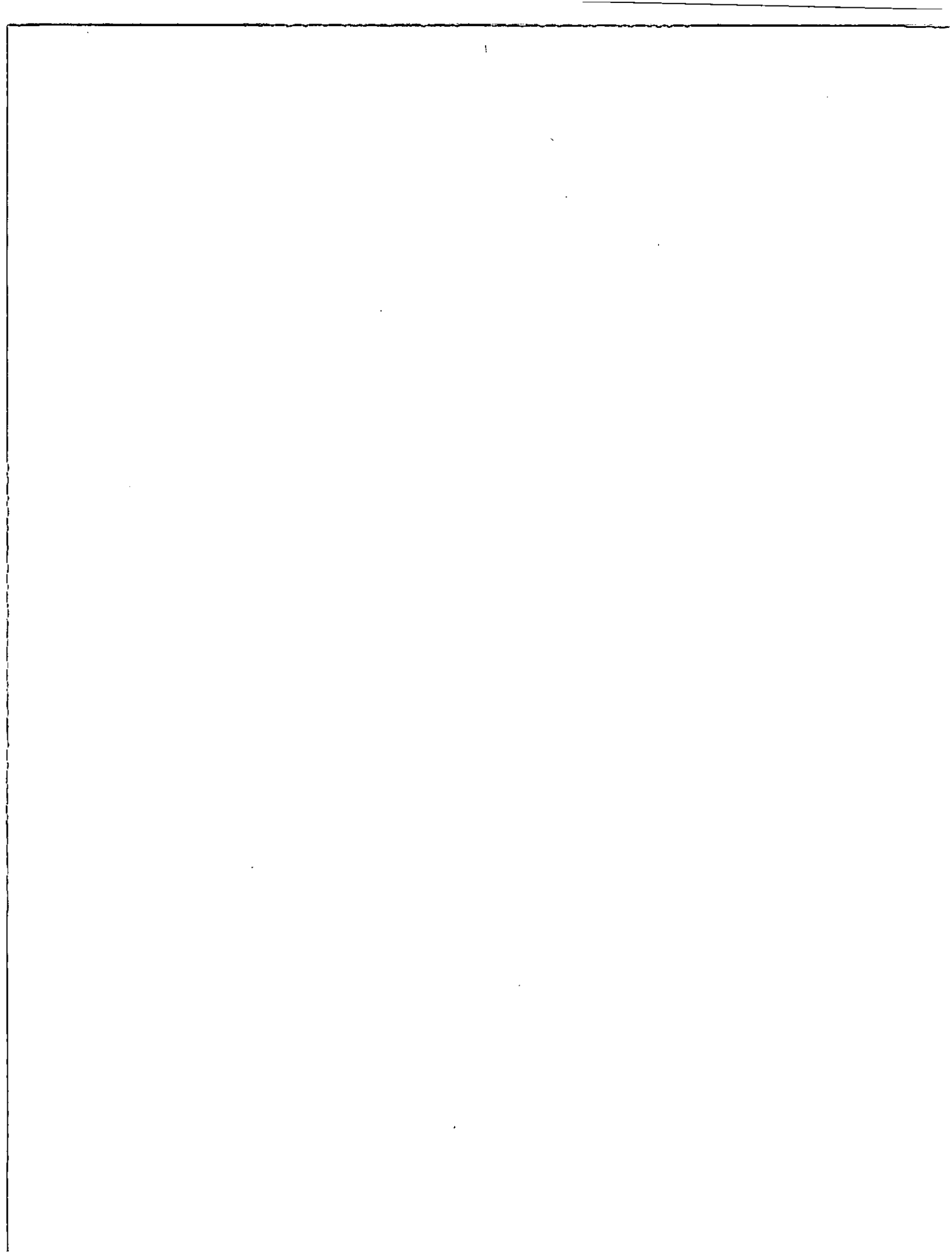
DESBALANCE MAXIMO = $(8600 \text{ WATTS} - 8000 \text{ WATTS}) / 8600 \text{ WATTS} \times 100$

DESBALANCE MAXIMO = 6.97 %



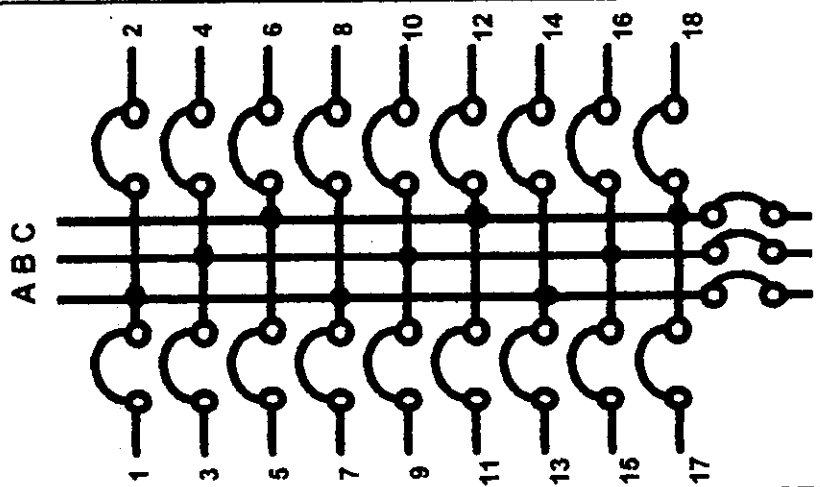
**III.4. CENTROS DE CARGAS DE LA CLÍNICA
ODONTOLÓGICA.**

**III.4.4. CUADRO DE CARGAS Y PORCENTAJE DE DESBALANCE DEL
TABLERO NO. 4**



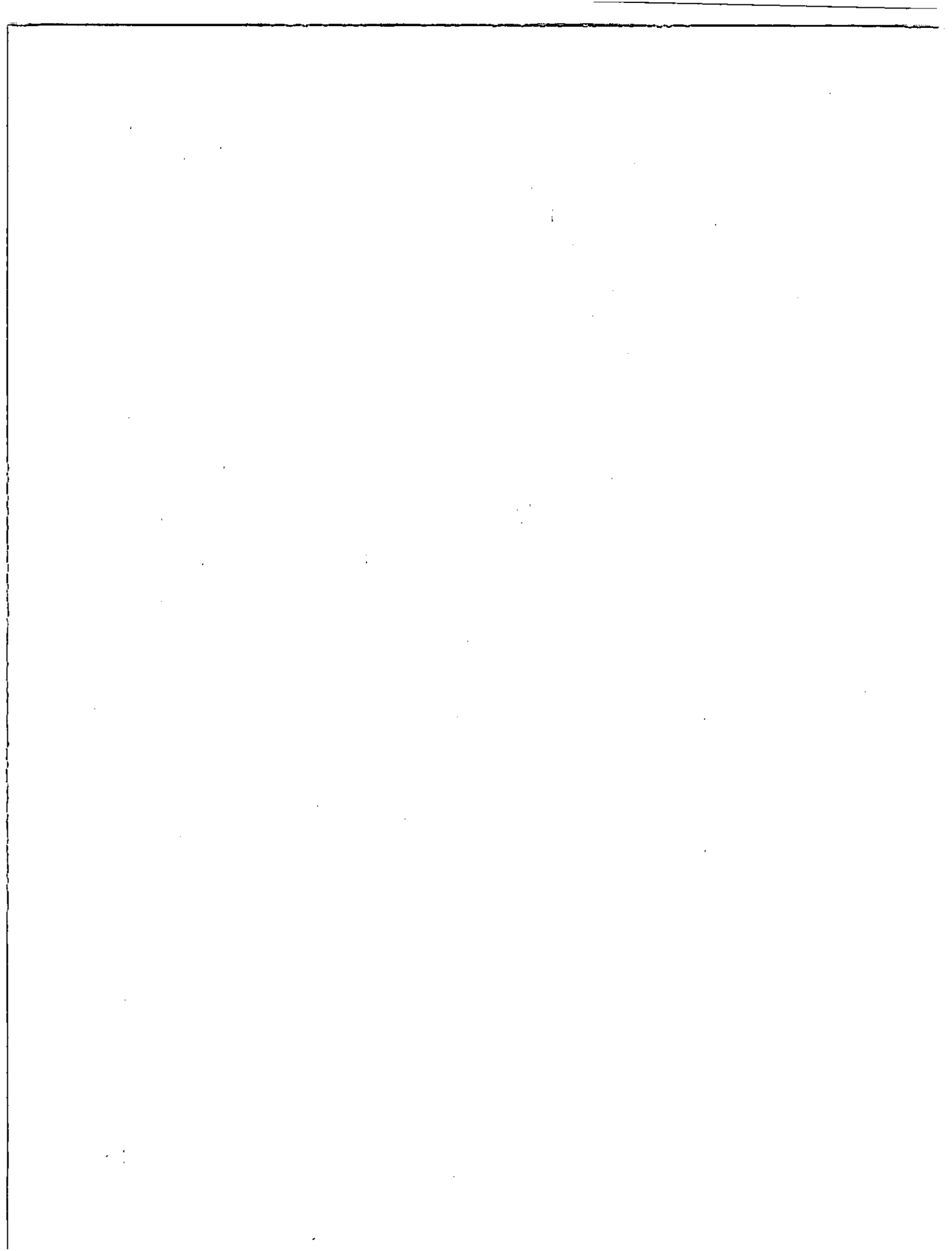
CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T4PN MARCA: FEDERAL PACIFIC 240/127 VOLTS, 4H, 3F

Número	código No.	Protección Amperes	L.fluorescente 2 X 40 Watts	L.fluorescente 2 X 18 Watts	L.fluorescente 2 X 75 Watts	L.fluorescente 4 X 40 Watts	L.fluorescente de luz negra 3 X - 250 Watts	L. Halogeno 55 Watts	Contactos 200 Watts	Watts totales	F A S E S												
											A WATTS	B WATTS	C WATTS										
1	1A	20			6					1125	1125												
2	1B	20			6					1125	1125												
3	2A	20																					
4	2B	20			6					1125	1125												
5	3	30	4	1		1				610		610											
6	4A	20	1		4					850		850											
7	4B	20			6					1125		1125											
8	5A	20						6		330			330										
9	5B	20						7		385			385										
10	6A	20	2					7		475			475										
11	6B	20							1	1725			1725										
12	7A	20							12	2400			2400										
13	7B	20							7	1400			1400										
14	8A	20					1	6		1267,5			1267,5										
15	8B	20							2	400			400										
16	9A	20																					
17	9B	20							1	200			200										
18	10A	20							4	800			800										
19	10B	20							7	1400			1400										
20	11	30																					
21	12	20							3	600			600										
22	13	30			6					1125			1125										
23	14	20							10	2000			2000										
TOTAL =											490	5	3	34	1	1	26	47	watts totales =	20467,5	11967,5	4985	3515



PORCENTAJE DE DESBALANCE MAXIMO = (Cmax. - Cmin.)/Cmax. X 100

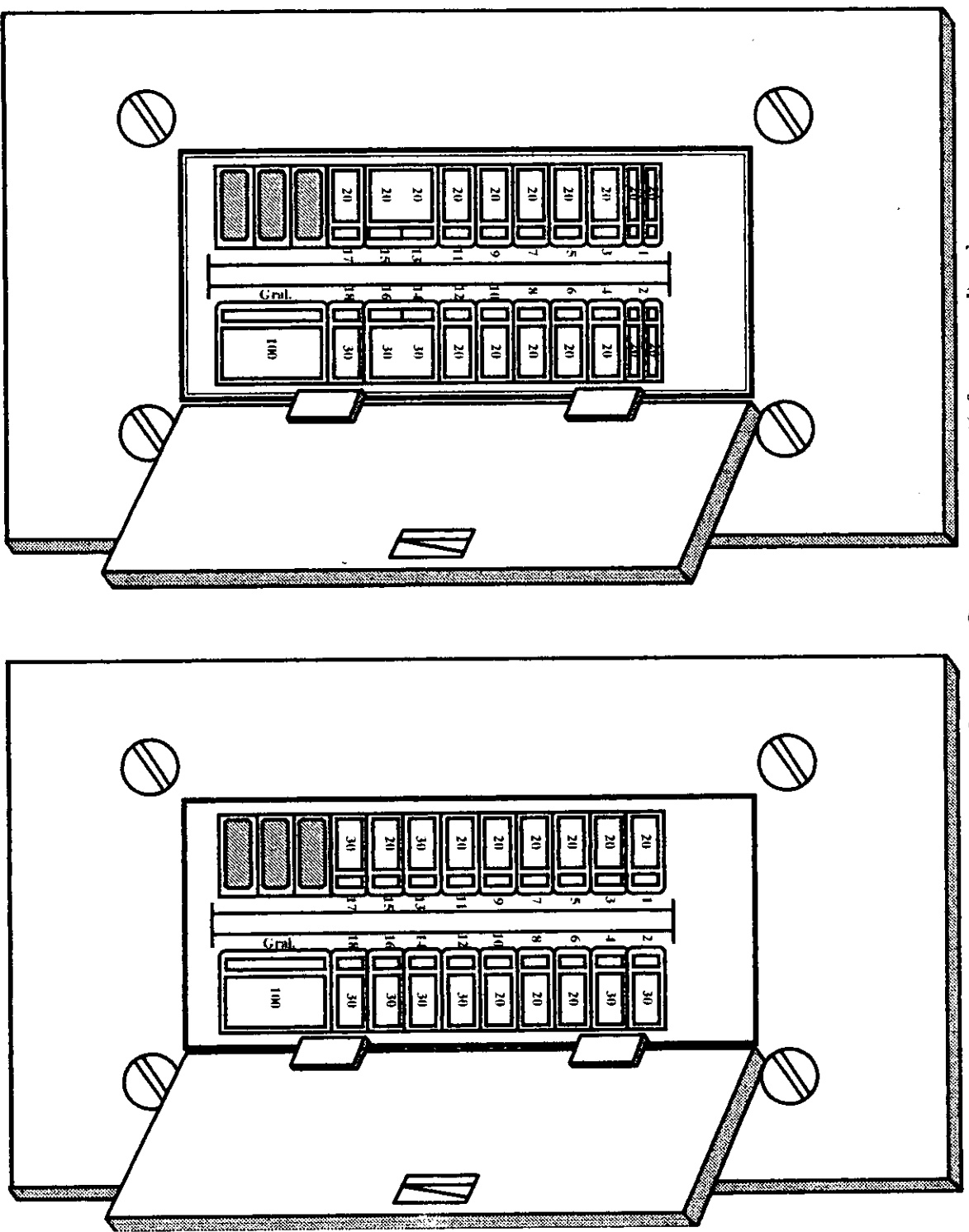
DESBALANCE MAXIMO = (11967.5 WATTS - 3515 WATTS) / 11967.5 WATTS X 100
 DESBALANCE MAXIMO = 70.68 %



III.5. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS Y CONTACTOS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA ARAGÓN.

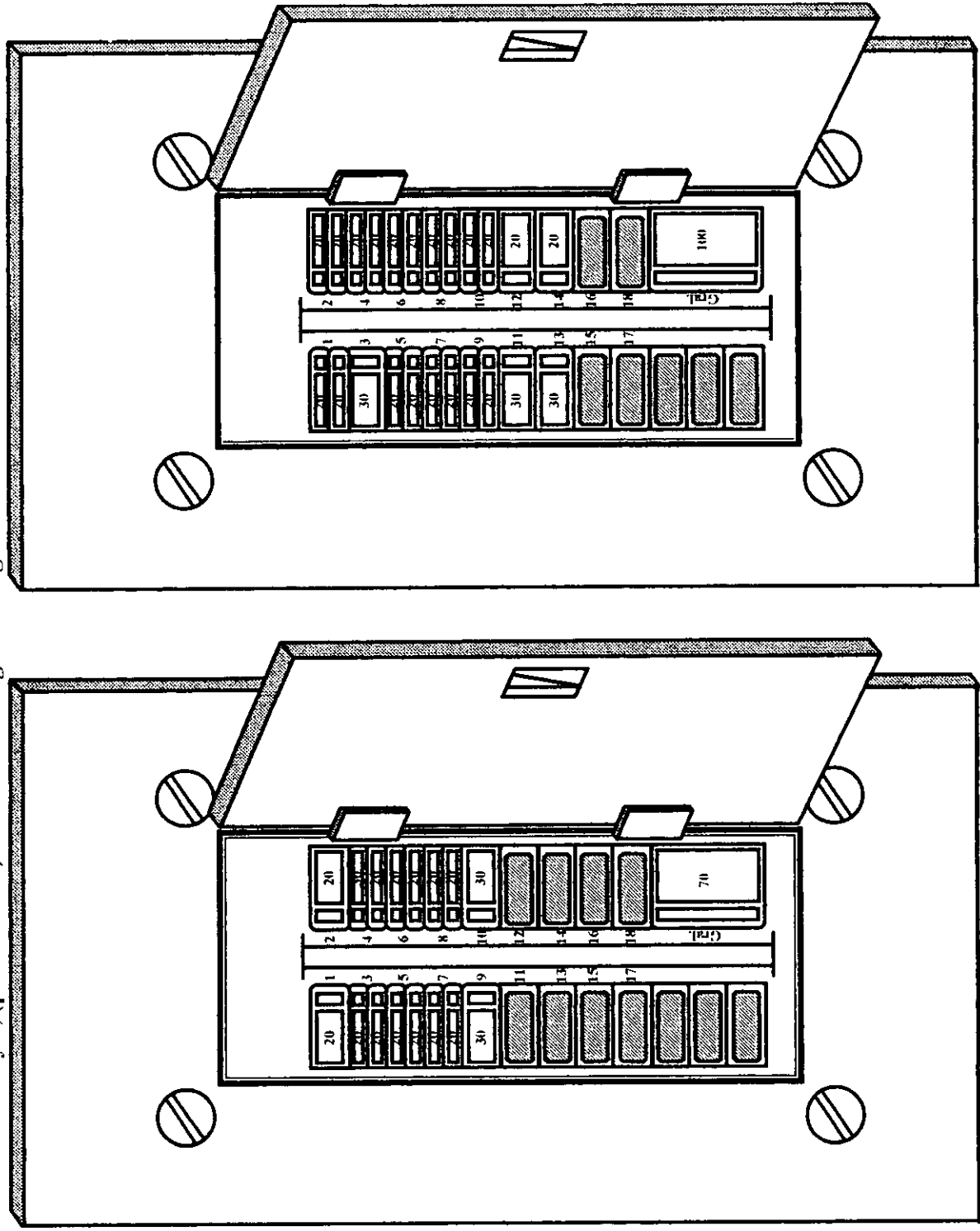
Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
 III. - Actualización de los planos eléctricos.

Tableros de distribución 1 y 2 (planta baja), clínica odontológica "Aragón".



Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
III.- Actualización de los planos eléctricos.

Tablero de distribución 3 y 4, (primer nivel) clínica odontológica "Aragón".



III.6.- DIAGRAMA UNIFILAR.

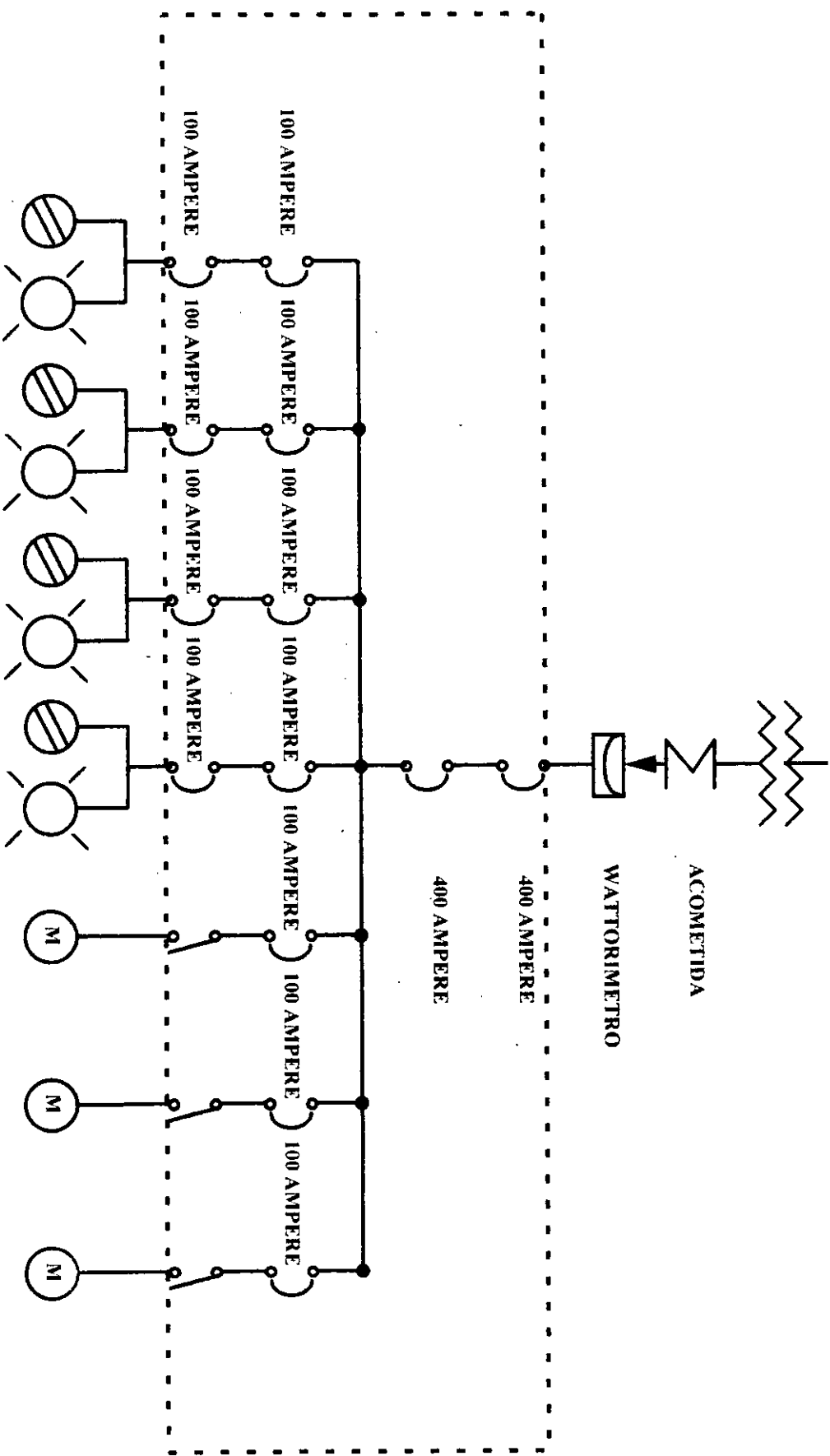


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGÓN.

III.7. CONSIDERACIONES GENERALES.

La clínica odontológica "Aragón", presenta un deterioro en el sistema de iluminación, principalmente en luminarios de marquesinas, donde el balastro electromagnético no funciona, difusores en mal estado en casi un 50 % y que reduce la brillantez, afectando el nivel de iluminación, además de que los difusores se encuentran sucios por el polvo acumulado y han adquirido un color amarillo, disminuyendo el nivel de iluminación.

En la Clínica Odontológica se llevó a cabo un levantamiento eléctrico, se realizaron los diagramas arquitectónicos, puesto que la clínica no contaba con este tipo de información, además se hicieron balances de energía por tablero de distribución de alumbrado, donde se detectaron protecciones sin ningún uso, "breakers" abiertos en los laboratorios, así como algunas cargas que en vez de llegar al tablero de distribución del alumbrado van al tablero general sin protección adecuada, caso es el área de intendencia y laboratorio del primer nivel.

La clínica odontológica cuenta con cuatro tableros para la distribución del alumbrado y contactos, colocados de la siguiente forma:

- * El tablero numero 1, situado en la planta baja; controla el área de administración, sala de espera, área de marquesinas, pasillos y alumbrado de escaleras del primer nivel.
 - * Tablero número 2, concentra la carga de luminarias y contactos del área de consultorios planta baja.
 - * Tablero número 3 tiene las luminarias del laboratorio dental de prácticas, dos salones y el auditorio. El tablero 4 corresponde a las luminarias del área de consultorios ambos del primer nivel.
- Se observó además.
- * Pastilla termomagnética, sin carga.
 - * Tableros de la marca Federal - Pacific, 100 Ampere, 220 Volts, la tapa exterior debe ser cambiada ya que los pernos de sujeción muestran desgaste importante.
 - * Algunos circuitos y lámparas han sido modificados de acuerdo a lo que se planteaba en su concepción original, Ejemplo de ello es en el cuarto oscuro, donde al inicio se utilizaron, lámparas con gabinete de 4 X 40 Watts y actualmente utiliza un foco incandescente rojo de 10 Watts.
 - * Para el levantamiento eléctrico, se realizaron mediciones, con el encendido de "protecciones", directamente en el tablero respectivo. En las mediciones de protecciones se utilizo el multimetro.
-

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
III.- Actualización de los planos eléctricos .

* Así presentamos la siguiente tabla de la distribución de luminarias en la clínica.

AREA	L. F. 2 X 75 Watts	L. F. 2 X 40 Watts	L. F. 4 X 40	L. F. 2 X 16 Watts	L. F. 2 X 32
1er. tablero (P.B.)	6	87	4	0	0
2o. tablero (P. B.)	34	9	0	1	1
3er. tablero (P.B.)	0	52	0	0	0
4o. tablero (P. N.)	34	5	1	0	0
No. de luminarias	74	153	5	1	1
No. de lámparas	148	306	20	2	2

AREA	L. F. 2 X 20* y 2 X 18 Watts	L. H. 55 Watts	L. I. 10 Watts	L. F. L. N. 3 X 250 Watts	Contactos 200 Watts
1er. tablero (P.B.)	1	0	0	0	42
2o. tablero (P. B.)	0	31	1	0	41
3er. tablero (P.B.)	0	0	0	0	99
4o. tablero (P. N.)	3	26	0	1	47
No. de luminarias	4	57	1	1	229
No. de lámparas	8	57	1	3	229

L. F. = Lámpara fluorescente; L. H. = Lámpara de halógeno; L. I. = Lámpara de incandescencia; L. F. L. N. = Lámpara fluorescente de luz negra

	1er. tablero	2o. tablero	3er. tablero	4o. tablero
Reflectores (Vapor de sodio)	9	0	0	0

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
III.- Actualización de los planos eléctricos .

* La clínica odontológica tiene 57.2 % de luminarias y 42.8 % de contactos, en su carga total, de sus tableros de distribución y los cuales se muestran en la siguiente tabla.

TOTAL DE LUMINARIOS: 305

FLUORESCENTES: 239

INCANDESCENTES: 1

HALÓGENO: 57

**REFLECTORES
(VAPOR DE SODIO): 9**

**TOTAL DE CONTACTOS
MONOFASICOS: 229**

TOTAL DE ELEMENTOS (CONTACTOS Y LUMINARIOS): 535

**NUMERO DE LAMPARAS (FLUORESCENTES, INCANDESCENTES Y VAPOR
DE SODIO): 556**

- * La clínica odontológica cuenta con dos compresores y una bomba hidroneumática que están en el cuarto de máquinas y abastecen a los consultorios de aire y agua, indispensable para los odontólogos.
- * Los tableros de distribución tienen una alimentación a 3 fases, 4 hilos, donde los reflectores manejan línea bifásica.
- * La Compañía de luz entrega a la clínica Aragón una línea trifásica, con cable neutro.
- * La clínica no cuenta con contactos polarizados, ni con tierra de protección para corto circuito. por lo que debe ser considerado a futuro.

PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA

CAPITULO IV

- IV.1. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL AHORRO DE ENERGÍA
 - IV.1.1. LAMPARAS AHORRADORAS DE ENERGÍA
 - IV.1.1.1. SISTEMAS DE ILUMINACION FLUORESCENTE
 - IV.1.1.2. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID)
 - IV.1.1.3. ULTIMAS INNOVACIONES
 - IV.1.2. BALASTROS AHORRADORES DE ENERGÍA
 - IV.1.2.1. BALASTROS AHORRADORES PARA LAMPARAS FLUORESCENTES
 - IV.1.2.2. BALASTROS PARA LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID)
 - IV.1.3. REFLECTORES ESPECULARES COMO PROMOTORES DEL AHORRO DE ENERGÍA.
 - IV.1.4. SENSORES DE PRESENCIA.
 - IV.1.4.1. DETECTORES DE PRESENCIA DE INFRARROJOS PASIVOS (PIR)
 - IV.1.4.2. SENSORES DE PRESENCIA ULTRASONICOS.
 - IV.1.4.3. SENSORES DE PRESENCIA CON TECNOLOGÍA DUAL.
 - IV.1.5. TIMERS, CRONOSWITCH Y TABLEROS AHORRADORES DE ENERGÍA.
- IV.2. PROYECTO DE AHORRO DE ENERGÍA CLÍNICA ODONTOLÓGICA ARAGÓN.
 - IV.2.1. DIAGNOSTICO.
 - IV.2.1.1. DATOS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.
 - IV.2.2. EVALUACION.
 - IV.2.3. ACCIONES CORRECTIVAS.
- IV.3. PLANOS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA CON ELEMENTOS AHORRADORES DE ENERGÍA.

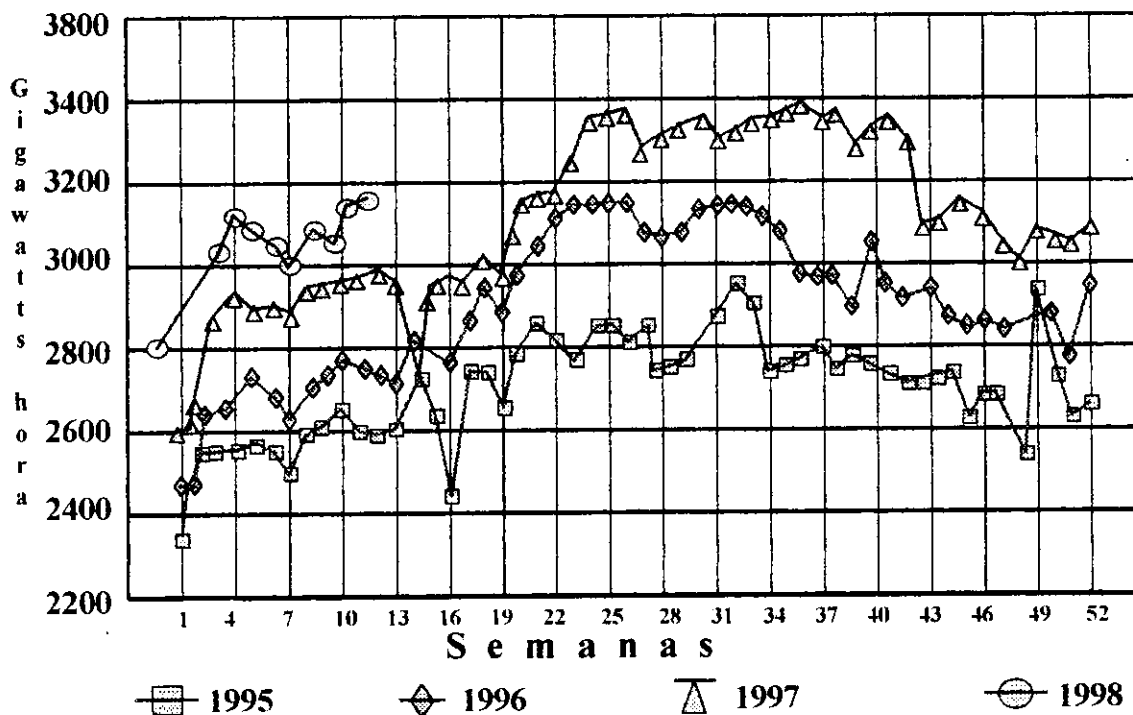
IV.1. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El ahorro de energía se contempla como la reducción del consumo de energía eléctrica mediante el uso eficiente y racional de las instalaciones, equipos, dispositivos y materiales que la generan, transmiten y utilizan.

Un elevado porcentaje del consumo total de electricidad lo representa la iluminación, con lo cual las tarifas eléctricas llegan a ser un factor muy importante en la economía, dígase doméstica, industrial es por eso que la utilización de dispositivos ahorradores y controladores de energía surgen como una imperiosa necesidad para poder así abatir los elevados importes económicos que resultan de la facturación de la compañía suministradora de energía eléctrica, además de obtener un beneficio ecológico.

$$\text{AHORRO DE ENERGÍA} = \text{BENEFICIO ECOLÓGICO} + \text{BENEFICIO ECONÓMICO}$$

Consumo de energía semanal del sistema eléctrico nacional



GRÁFICA 4.1

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

Siendo la energía eléctrica un insumo fundamental en todos los procesos productivos y también un satisfactor indispensable para la sociedad, ahora más que nunca dadas las condiciones que prevalecen en todo el mundo, caracterizadas por una mayor globalización de las economías, se hace necesario que cada país conserve sus recursos energéticos haciendo más eficientes sus consumos, con objeto de competir sin desventajas en el ámbito internacional. Ejemplo de ello lo podemos observar en la evolución del consumo bruto semanal del sistema eléctrico nacional de 1995 – 1998. El cual nos da una idea de cómo la energía eléctrica se ha incrementado en un porcentaje de 6% en promedio en los últimos tres años.

Como ya se mencionó, los costos económicos y ecológicos que se derivan del desperdicio de energía eléctrica son muy difíciles de enfrentar. Por lo tanto reducir y controlar el consumo de energía eléctrica en forma eficiente, sin afectar la comodidad y economía que tanto requerimos, es una buena solución.

Lo anterior lo podemos lograr creando espacios inteligentes que nos permitan reducir y controlar nuestros consumos de energía eléctrica para brindarnos una mayor comodidad.

Un ejemplo de ahorro y control de energía lo podemos obtener cuando apagamos la luz en los espacios que no se estén ocupando con un simple interruptor manual ya que por estadísticas la iluminación consume entre el 30 y 40% de la electricidad que requiere cualquier edificio.

Pero la mejor manera de reducir el consumo de energía eléctrica para iluminación es empleando dispositivos ahorradores y controladores de energía de los cuales algunos de estos son:

- * Lámparas ahorradoras de energía
- * Balastos ahorradores de energía
- * Reflectores especulares
- * Sensores de presencia
- * Relevadores de tiempo manuales y electrónicos (timers)
- * Tableros ahorradores de energía

IV.1.1. LAMPARAS AHORRADORAS DE ENERGÍA.

Las lámparas ahorradoras de energía en el mercado, hacen uso de diferentes gases de relleno. Estas lámparas utilizan más el kriptón que el Argón utilizando en las lámparas normales. El resultado es una disminución en la potencia consumida sin disminución de la eficacia. Como un beneficio adicional, la vida se incrementa. La lámpara incandescente es aún popular debido a su bajo costo. Las lámparas ahorradoras de energía cuestan alrededor de 10 veces más de lo que cuesta una lámpara incandescente convencional

IV.1.1.1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN FLUORESCENTE.

Como su nombre lo indica, son lámparas que funcionan bajo el principio de generación de luz fluorescente y que requieren de un equipo adicional como un arrancador, un balastro o un adaptador para poder ser instaladas y funcionar adecuadamente. La diferencia es que este tipo de lámparas ahorradoras incorporan un polvo fluorescente a base de fósforo, activadas con tierras raras (Tecnología de GE y PHILLIPS) o mediante el uso preciso de una fórmula de diversos fósforos en combinación con gas kriptón (Tecnología OSRAM), que proporcionan un mayor flujo luminoso, de excelente rendimiento de calor, con la posibilidad de elegir distintas temperaturas de color (3000 °K, 3500 °K, 4100 °K, 5000 °K), además son de alta eficiencia (lm/w) y larga vida. Destacando las lámparas de una pulgada de diámetro (T8: 8/8 de pulgada) y con la misma longitud de las convencionales. Diseñadas para trabajar con balastros electromagnéticos o electrónicos de alta frecuencia haciéndolo, desde luego, en forma más eficaz con este último.

Anteriormente, las lámparas hechas con fósforo convencional y con buen rendimiento de color producían únicamente del 60 % al 70 % de la luz producida por sus contraparte estándar (incandescentes, etc.), ahora este tipo de lámparas realizan el color y dan más luz que sus contraparte estándar.

En la tabla 4.1 se presenta una comparación entre los distintos tipos de lámparas fluorescentes, en las que se observa que la nueva tecnología son una excelente opción para lograr importantes ahorros en el consumo de energía eléctrica de los sistemas de iluminación.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
 IV.- Propuesta de ahorro de energía.

Sist. convencional Sist. ahorrador Sistema T8	Vida lámpara (h)	Vida balastro (h)	Lúmenes de sistema (lm)	Consumo sistema (W)	Eficacia sistema (lm/W)
2X75 W/AI/D	12,000	30,000	10,400	173	60
2X60W/AI/CW	12,000	50,000	10,800	139	77
2X59W/AI/T8*	15,000	80,000	11,900	100	119
2X39W/AI/D	9,000	30,000	5,200	102	51
2X30W/AI/CW**	9,000	50,000	5,100	82	62
2x32W/AI/T8***	15,000	80,000	6,100	59	103
2x40W/AR/CW	12,000	30,000	6,100	96	64
2X34W/AR/CW	20,000	50,000	5,400	72	75
2X32W/AR/T8	20,000	50,000	6,100	63	96
2X40W/AR/U/CW	10,000	30,000	5,500	96	57
2X34W/AR/U/CW	12,000	50,000	5,000	72	69
2X31W/AR/UT8	20,000	50,000	5,300	63	84

* Sistema funcionando con balastro electrónico.

** Algunos fabricantes manejan lámparas de 32 W como sustituto para las de 39W.

*** Lámparas de 32 W/AR/T8 en un balastro electrónico de arranque instantáneo.

Tabla 4.1.- Comparación de sistemas fluorescentes convencionales, ahorradores y T8.

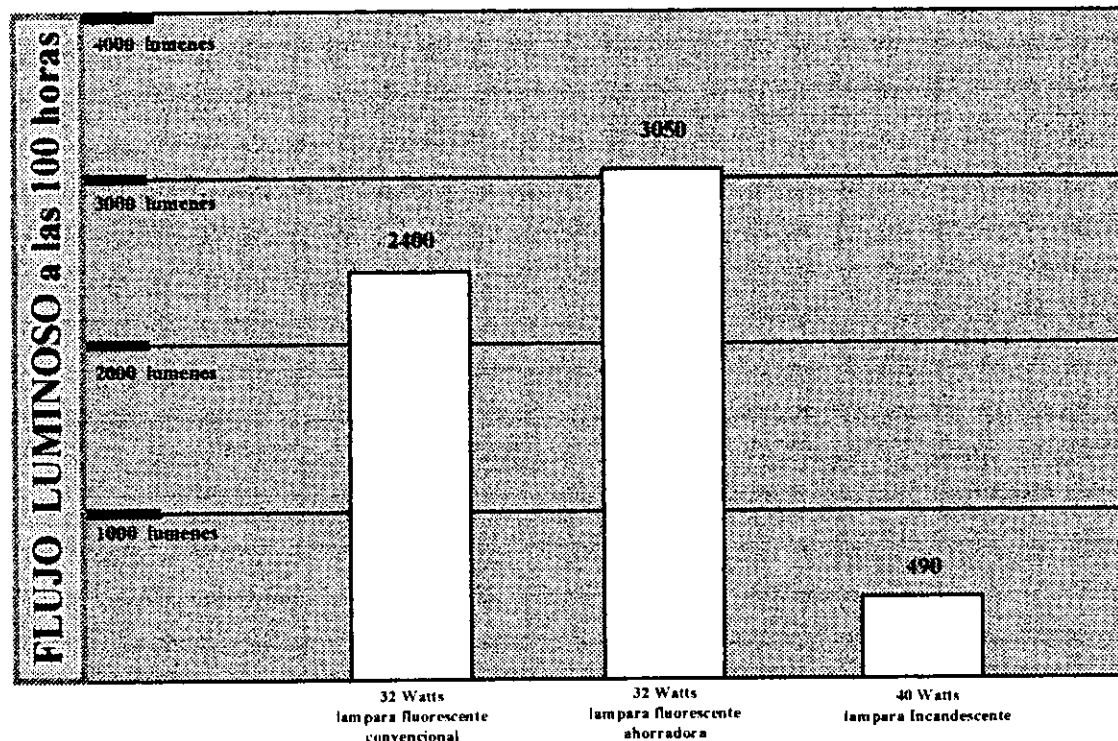
La nueva tecnología en el recubrimiento fosfórico de las lámparas fluorescentes ha guiado al desarrollo de una creciente variedad de lámpara multitubo (uno o varios pares de tubo unidos en uno de sus extremos) conocidas como lámparas compactas fluorescentes. Estas lámparas fueron originalmente diseñadas para sustituir a las convencionales incandescentes, obteniendo ahorros en el consumo de energía entre un 75 y 80 %, además del ahorro que se tiene por concepto de mantenimiento, ya que las lámparas fluorescentes compactas tienen una vida útil mayor que las incandescentes (10 veces más). Pero ahora este tipo de lámparas incluyen tamaños para poder reemplazar a los luminarios convencionales fluorescentes por otros luminarios más pequeños con lámparas compactas.

Al utilizar luminarias con lámparas fluorescentes compactas se pueden obtener altos flujos luminosos, pudiendo reducir de un 20 a un 25 %, el número de equipos que se tendrían, si se utilizan equipos convencionales reduciendo de esta forma el capital de inversión y los costos de operación. El alto flujo luminoso también significa, por ejemplo, que una sola lámpara de 18 Watts es posible reemplazar dos lámparas de 9 Watts obteniendo un 13 % más de luz con el mismo costo por consumo de energía.

Este tipo de lámparas permite ahorrar en mantenimiento, no sólo por su larga vida como se menciono anteriormente, sino también por que su alto flujo luminoso lo que significa menos lámparas a reemplazar.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
IV.- Propuesta de ahorro de energía.

La gráfica 4.2 se muestra un comparativo de lámparas en base a su flujo luminoso.



GRAFICA 4.2

IV.1.1.2.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID),

Hay tres tipos principales de fuentes de luz HID que son usadas en iluminación, estas son: vapor de mercurio (VM), vapor de aditivos metálicos (VAM) y vapor de sodio en alta presión (VSAP) y existe otro tipo que no es clasificado exactamente como lámpara de HID y que es la de vapor de sodio en baja presión (VSBP), ya que posee algunas características de las lámparas HID, pero también presentan otras propias de las lámparas fluorescentes.

Existen lámparas de VAM ahorradoras de energía que sustituyen en forma directa a las lámparas normales en los mismos balastos; se encuentran disponibles en 225 y 360 Watts para sustituir a las de 250 y 460 Watts, respectivamente. Además, existen otras lámparas de 150 Watts que pueden ser utilizadas en luminarios abiertos, ya que el tubo de arco utiliza una fibra reforzada y de esta manera reducir ligeramente el costo del luminario.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

También, en el caso de las lámparas de VSAP existen ahorradoras de energía que substituyen en forma directa a las lámparas; las potencias disponibles son 225 y 360 Watts para substituir a las de 250 y 400 Watts respectivamente.

Recientemente se ha desarrollado un sistema de iluminación, llamado de inducción, en la que se combinan los principios de inducción electromagnética y descarga de gas; al hacer pasar una corriente eléctrica de alta frecuencia a través de un devanado se induce una corriente eléctrica por ionización en un gas de relleno, funcionando este como devanado secundario. La principal característica es que conjunta un circuito electrónico (generador de alta frecuencia), una antena (acoplamiento de potencia) y una lámpara de descarga en gas a baja presión sin usar ningún tipo de filamento electrodo.

La principal ventaja de estos sistemas es que como no existe filamento o electrodo, la vida de la lámpara se encuentra limitada únicamente por la vida de los componentes electrónicos; como consecuencia, se logra una vida de lámparas de alrededor de 60000 horas evitando de esta manera costos de mantenimiento. Esto provee substanciales ahorros en aquellas áreas de aplicación donde se tiene gran cantidad de horas de uso o el acceso a los luminarios se dificultan.

La circuitería electrónica ofrece ventajas adicionales, tales como: sin ningún parpadeo la lámpara enciende inmediatamente con el 100 % del nivel de luz, la alta frecuencia evita cualquier efecto estroboscópico y la regulación de los niveles de luz no tiene efecto alguno en la calidad de la misma, además de tener un buen CRI.

IV.1.1.3. ULTIMAS INNOVACIONES .

Debido al avance constante de la ciencia se ha desarrollado lamparas innovadoras ahorradoras de energía que próximamente aparecerán en el mercado (Desarrollados por OSRAM).

COLORSTAR DSX. Es una lámpara que ofrece por primera vez la posibilidad, de cambiar la temperatura de color en la misma lámpara. La conmutación de 2600 k a 3000 k y viceversa, se realiza a través de un balastro electrónico con un conmutador independiente; así se logra crear en los materiales expuestos en escaparates y vitrinas, un ambiente de luz para las diferentes estaciones del año.

POWERSTAR HCI. Lámpara de halogenuros metálicos con la tecnología del quemador de cerámica y UV – STOP. Excelente rendimiento cromático durante toda su larga vida, colores constantes, mayor eficiencia hasta 92 lm/w. Disponible en 35 y 150 Watts.

POWERSTAR HQI – R Reflector. Esta lámpara ha sido desarrollada específicamente como una fuente de luz para aplicaciones de fibra óptica en iluminación general y de

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

acentuación. Los sistemas de fibra óptica que utilicen estas lámparas tendrán un excelente grado de eficiencia, estará disponible en 150 Watts.

DECOSTAR IRC. Una nueva lámpara de halógeno de bajo voltaje con una tecnología de ahorro de energía, ya que el bulbo posee una cubierta interna reflectora que regresa la radiación infrarroja al filamento, recalentándolo y utilizando con mayor eficiencia la energía eléctrica. Estará disponible en 35 y 50 Watts.

FQ – Ts. Lámparas fluorescentes lineales de apenas 16 mm, de diámetro que poseen una excelente eficiencia luminosa ya que generan un 50 % más de luz que las lámparas T – 8, con dimensiones comparables en longitud, pero su diámetro delgado permite un mejor control de la luz y diseños de luminarios más modernos. Disponible en 24, 39, 54 y 80 Watts.

DUWX EL SENSOR. La nueva lámpara inteligente la cual además de ofrecer excelentes resultados en el ahorro de energía por su bajo consumo, posee un interruptor fotoeléctrico, que le permite encender y apagar en forma automática en función de la intensidad de la luz del sol, además se puede regular la sensibilidad de la fotocelda con un controlador que también viene integrado en la lámpara. Estará disponible en 15 Watts.

ENDURA. Una nueva lámpara fluorescente rectangular sin electrodos, en la que la energía es inyectada por los anillos magnéticos colocados externamente en cada uno de los extremos, lo que da como resultado una lámpara de elevada eficiencia y de una extraordinaria larga vida de 60000 horas. Esta disponible en 150 Watts.

IV.1.2. BALASTROS AHORRADORES DE ENERGÍA.

La tecnología usada en los balastros ha cambiado a la par de los adelantos alcanzados en las lámparas, desde luego todo encaminado al ahorro de energía.

IV.1.2.1. BALASTROS AHORRADORES PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES.

Balastros electromagnéticos ahorradores de energía. Denominados también como "de alta eficiencia", son fabricados con alta tecnología que utiliza mejores materiales que los normales, con el objeto de reducir las pérdidas internas en el balastro. Trabajan a temperaturas internas menores, con lo que aumentan su vida propia, además tienen la ventaja de contar con un termoprotector que evita sobrecalentamiento interno al desconectar la alimentación si la temperatura llegara a pasar de un cierto límite. Pueden ser usados como ahorradores de energía.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

Balastos híbridos (conocidos también como electrónicos de baja frecuencia). En general se puede decir que los balastos híbridos son aquellos que combinan un conjunto núcleo - bobinas con dispositivos de estado sólido. Existen dos tipos y ambos son para sistemas de arranque rápido.

Con ayuda de arranque, no proveen calentamiento continuo a los cátodos. El arranque se logra por medio de una tensión transitoria proporcionada por el dispositivo de estado sólido. Con ello esto logra reducir ligeramente la potencia de línea sin disminución significativa de la emisión lumínica.

Con cortador de filamento. Proveen durante el arranque un calentamiento normal a los filamentos. Una vez encendida y estabilizada la lámpara el dispositivo de estado sólido reduce gradualmente el calentamiento hasta eliminarlo por completo. Con esto se reduce alrededor de 1.5 Watts por lámpara, aunque la vida de la lámpara puede llegar a reducirse en un 20 ó 25 %.

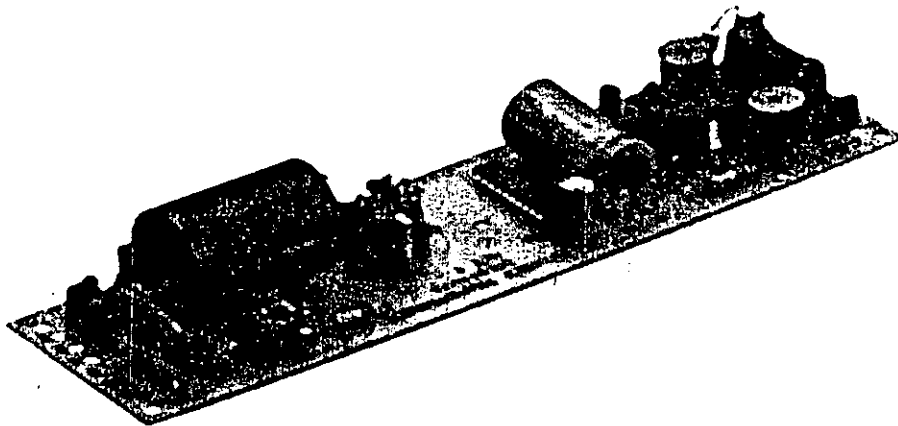
Balastos electrónicos. Son balastos basándose en dispositivos de estado sólido que trabajan a alta frecuencia (20 a 50 khz.) y con menores pérdidas internas, ayudando a mejorar la eficiencia del sistema. La frecuencia de salida del balastro a la que trabajarán las lámparas es escogida, lo suficientemente alta para incrementar la eficacia de la lámpara y trasladar el ruido provocado por el balastro hacia la región inaudible para el ser humano, pero no tan alta como para provocar interferencia electromagnética. Para atenuar un poco los altos costos en la adquisición de estos balastos, se diseñan algunos tipos que son capaces de operar hasta cuatro lámparas. La mayoría se puede instalar directamente en lugar de los electromagnéticos por que son de las mismas dimensiones, aunque su peso es mucho menor lo cual representa una gran ventaja sobre los balastos convencionales. Esto se debe principalmente a que:

Los componentes electrónicos son más ligeros que los componentes electromagnéticos.

Los componentes de balastro electrónico están cubiertos con una resina protectora a la humedad que además provee reducción de sonido; mientras que un balastro electromagnético está completamente encapsulado con un compuesto asfáltico denso.

Otro factor que las pone en ventaja es la temperatura de operación ya que los balastos operan hasta 30 °C por debajo de la temperatura de operación de los balastos convencionales.

Existen balastos electrónicos de potencia constante y potencia variable. Los mejores diseños tienen circuitos que mantienen la distorsión armónica por debajo del 20% e incluso menor al 10% y factores de potencia mayores a 0.9, pudiendo llegar a ser del orden de 0.99.



Balastro Electrónico

FIG. 4.1

IV.1.2.2. BALASTROS PARA LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID).

Dentro de las innovaciones tecnológicas destinadas al ahorro de energía eléctrica para balastros HID se puede mencionar la inclusión de componentes de estado sólido en los sistemas básicos de los balastros, e incluso para algunos tipos de lámparas de HID ya se han desarrollado balastros totalmente electrónicos, lo que disminuye las pérdidas y reduce considerablemente el consumo de energía eléctrica en estos sistemas. Existen otros modelos de electrónicos que pueden atenuar (dimrear) algunas lámparas; esta atenuación se logra en dos pasos: 50 y 100% para lámparas de VAM y 70 y 100% para VSAP (una atenuación menor reduciría la vida de las lámparas).

Esta aplicación de atenuación de luz ha tenido mayor penetración en el área de alumbrado público con las lámparas de sodio en alta presión y particularmente con la de 250 Watts, la que se puede programar para que después de un determinado periodo de operación a plena potencia funcione a una potencia reducida de 180 Watts. Esto se debe básicamente al hecho de que a altas horas de la noche el flujo vehicular y la presencia de peatones

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

disminuye de manera notable, y por lo tanto no es requerida toda la iluminación que puede proporcionar la lámpara. En general se logran reducciones del orden de un 40% en la potencia suministrada a la lámpara con una disminución de un 20% de su emisión lumínica.

Otro nuevo diseño que se está introduciendo al mercado es el de balastros para dos lámparas de VAM y la única potencia disponible actualmente es para dos lámparas de 400 Watts.

IV.1.3. REFLECTORES ESPECULARES COMO PROMOTORES DEL AHORRO DE ENERGÍA.

Los reflectores especulares son equipos adicionales, básicamente para los sistemas de iluminación fluorescente y que promueven el ahorro de energía eléctrica, ya que permite la eliminación de algunas de las lámparas utilizadas en las luminarias al aumentar la cantidad de luz reflejada hacia la superficie de trabajo.

El material utilizado en la fabricación de reflectores especulares puede ser de tres tipos:

Película laminada de plata: Una película de poliéster es revestida con plata y mezclada con un sustrato de aluminio para producir una alta reflectancia.

Aluminio revestido con dieléctrico: Un revestimiento dieléctrico (formado por metales vaporizados y por materiales dieléctricos inorgánicos) es depositado en vacío en un sustrato de aluminio anodizado. El funcionamiento es similar al anterior.

Aluminio pulido: Hecho de un aluminio anodizado altamente especular, estos reflectores tienen una reflectancia menor, pero son menos costosos que los dos anteriores.

Los reflectores especulares son una buena opción.

IV.1.4. SENSORES DE PRESENCIA .

Un estudio realizado en diversas áreas de servicios en oficinas, comprobó que el 40% del tiempo que las luces permanecían encendidas, dichas áreas se encontraban desocupadas. Si estas luces estuvieran encendidas únicamente cuando se necesitan, además de obtener un beneficio económico tangible, se contribuiría con los esfuerzos que a nivel país se están promoviendo para ahorrar energía y por consecuencia para el cuidado de la ecología y los recursos naturales.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

Los detectores de presencia ahorran energía y proporcionan comodidad al usuario, debido a que al observar la presencia de una persona en el área controlada, éstos encienden automáticamente la luz y casi de igual forma, apagan la luz una vez desocupada dicha área.

Existen básicamente tres clasificaciones para los detectores, dependiendo de la tecnología empleada para la detección y son:

- * IR (infrarroja pasivo)
- * Ultrasónica
- * Dual

IV.1.4.1. DETECTORES DE PRESENCIA PIR (infrarrojas pasivos).

Los detectores de rayos infrarrojos pasivos (PIR) reaccionan sólo ante determinadas fuentes de energía tales como el cuerpo humano. Estos captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor.

Los sensores PIR utilizan un lente de Fresnel que disminuye los rayos infrarrojos en diferentes radios (o zonas), los cuales tienen diferentes longitudes e inclinaciones, obteniendo así una mejor cobertura del área a controlar. Cuando se da un cambio de temperatura en alguno de estos radios o zonas, se detecta la presencia y se acciona la carga.

Con objeto de lograr la total confiabilidad, esta tecnología integra además, un filtro especial de luz que elimina toda posibilidad de falsas detecciones causadas por la luz visible (rayos solares), así como circuitos especiales que dan mayor inmunidad a ondas de radiofrecuencia.

La tecnología PIR permite definir con precisión al 100% el área de cobertura requerida.

Existen detectores PIR ideales para sustituir al interruptor convencional ya que se caracterizan por ser empotrables en una chalupa estándar de 2" o 4", sin necesidad de soportes y placas, permitiendo la operación manual como automática.

Para la operación manual, el usuario enciende la luz oprimiendo el mecanismo de encendido integrado y el sensor la apaga una vez transcurrido el tiempo de apagado automático (programable por el usuario). En la operación automática, el sensor enciende la luz cuando una persona ingresa en el área controlada y la paga automáticamente una vez desocupada ésta. El tiempo de apagado automático de las luces es ajustable de 15 segundos a 30 minutos y transcurre a partir de la última detección.

Algunos detectores PIR incluyen una fotocelda encargada de medir la cantidad de luz natural en el ambiente. El nivel de luz exterior a partir del cual el detector, al sensor la presencia encenderá las luces es regulable según las preferencias del usuario y las

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

características específicas del lugar. Así, cuando la luz solar supere el límite anteriormente fijado, el aparato no encenderá las luces.

También hay detectores PIR que permiten controlar diferentes tipos de iluminación: foco incandescente de bajo voltaje, lámparas fluorescentes, lámparas ahorradoras de energía, etc., debido a que se conectan por medio de la fuente de poder, la cual es la encargada de controlar las cargas.

El sensor permite además, conectarse a sistemas de ventilación, aire acondicionado, calefacción, sistemas de monitoreo y sistemas administradores de energía por medio de un relé integrado. A estos efectos, dicho relé presenta un contacto normalmente abierto y otro normalmente cerrado.

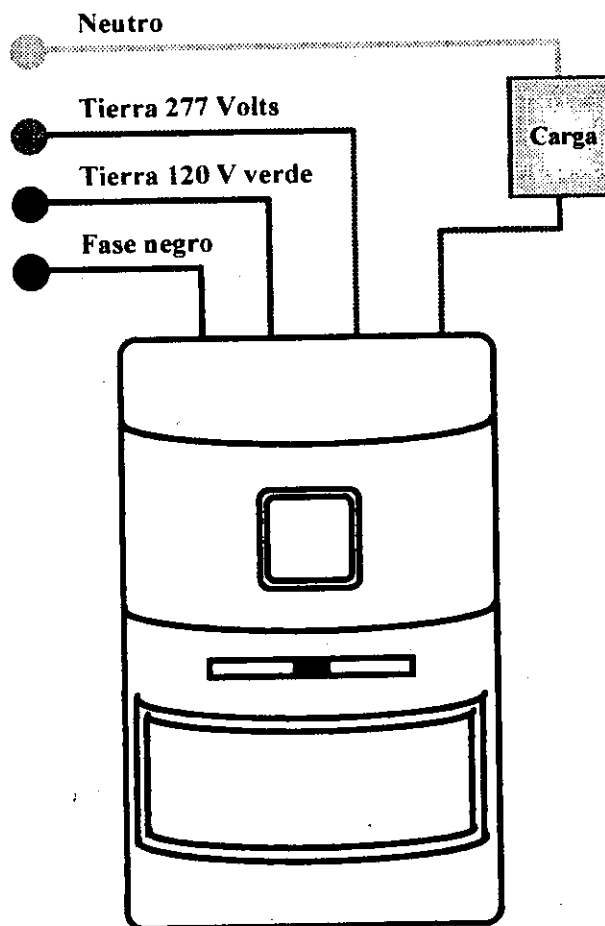
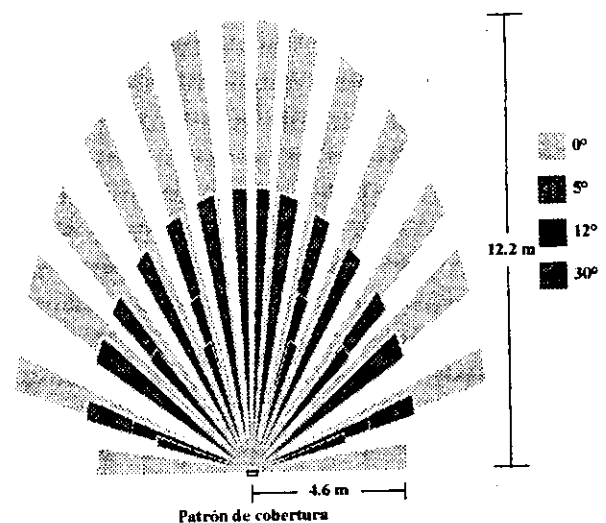
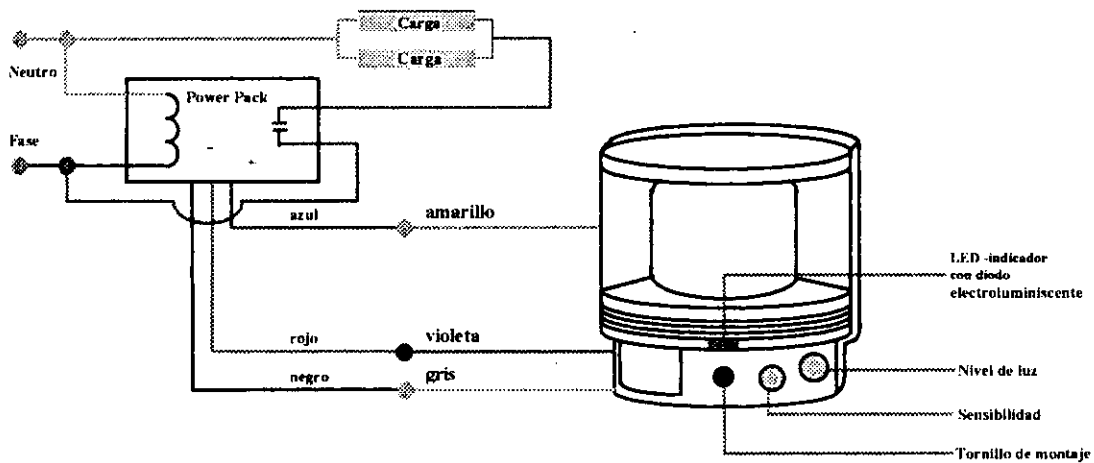
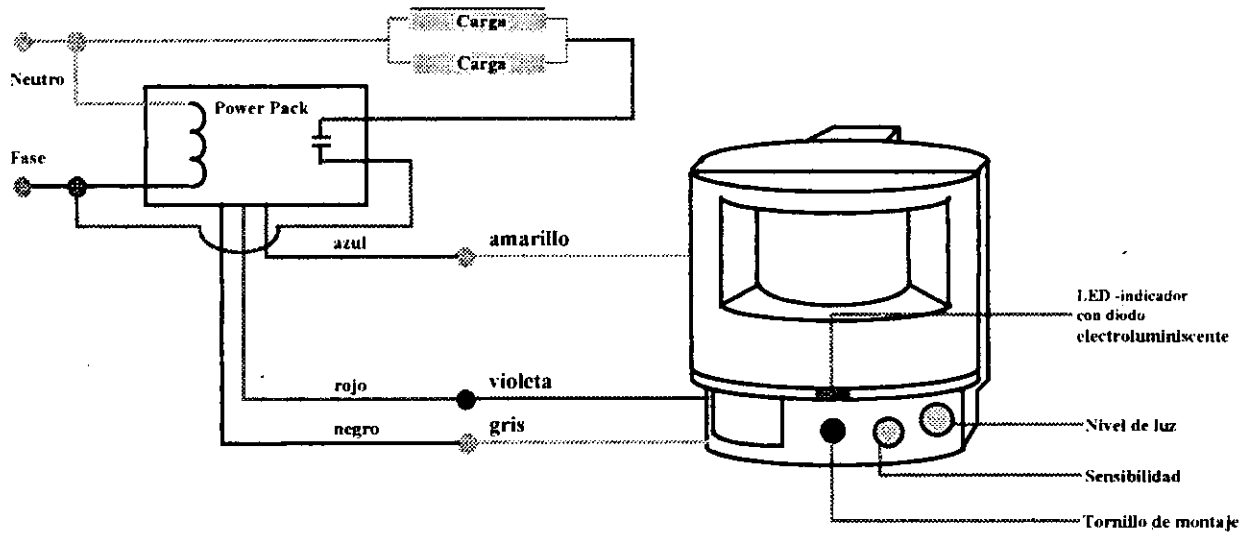


FIG. 4.2 Sensor de presencia infrarroja (PIR), con su patrón de cobertura.



Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
IV.- Propuesta de ahorro de energía.



**FIG. 4.3 Diagrama de instalación de detectores infrarrojos pasivos (PIR).
Enciende la iluminación cuando detecta ocupación**

IV.1.4.2 SENSORES DE PRESENCIA ULTRASÓNICOS.

Los sensores ultrasónicos son sensores de movimiento volumétricos que utilizan el principio Doppler. Los sensores emiten ondas de sonido ultrasónico hacia el área a controlar, las cuales rebotan en los objetos presentes y regresan al receptor del detector. El movimiento de una persona en el área provoca que las ondas de sonido regresen con una frecuencia diferente a la cual fue emitida, lo cual es interpretado como detección de presencia.

Los sensores ultrasónicos contienen un transmisor y uno o varios receptores. Estos transmiten las ondas sonoras a una alta frecuencia generada por un oscilador de cristal de cuarzo. Dicha frecuencia es tan alta que no alcanza a ser percibida por el hombre.

Dado que la cobertura ultrasónica puede "ver" a través de puertas y divisiones, es necesario darle una ubicación adecuada al sensor para evitar así, posibles detecciones fuera de la zona deseada.

Las áreas con alfombra gruesa y materiales antiacústicos absorben el sonido ultrasónico y pueden reducir la cobertura. La eficiencia del sensor también puede verse alterada por un flujo excesivo de aire (provocado por aires acondicionados, verticales, calefacción, etc.).

Los detectores ultrasónicos de operación presentan una nueva tecnología en cuanto a detección de presencia ya que funcionan mediante la transmisión de una onda sonora de 25 khz. generada por un cristal de cuarzo. Un transmisor emite la onda en forma omnidireccional (360°) al área controlada, para después rebotar y regresar a una frecuencia más alta o más baja que la original (24 khz.) y con esto se logra la detección.

A partir de que no se detecte movimiento en el área, el sensor apagará las luces en forma automática una vez transcurrido el tiempo de apagado seleccionado por el usuario.

Estos sensores permiten además controlar diferentes tipos de iluminación, debido a que los sensores se controlan por medio de una fuente de poder la cual es la encargada de controlar las cargas.

Así mismo, los sensores ultrasónicos presentan diferentes versiones según su área de cobertura.

Diagrama de instalación de detectores ultrasonicos

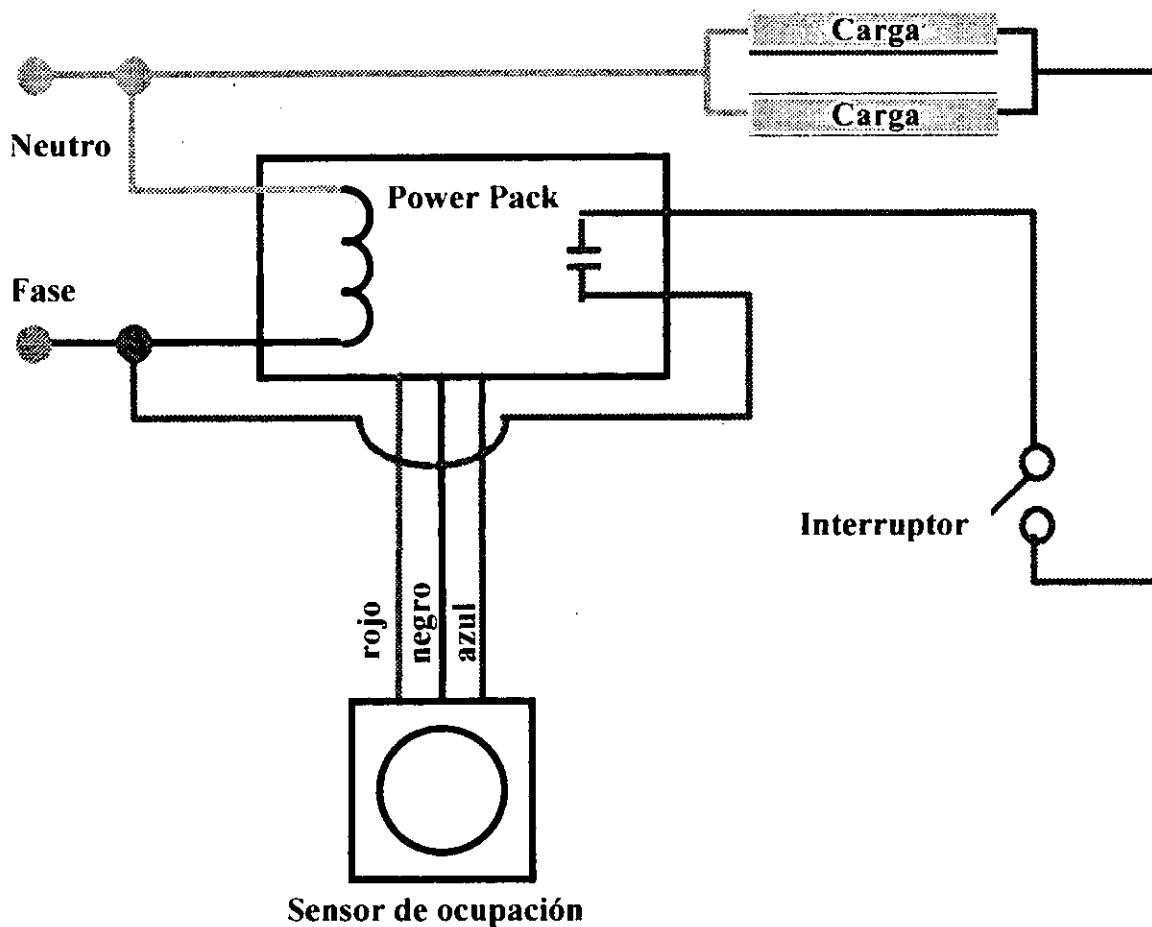
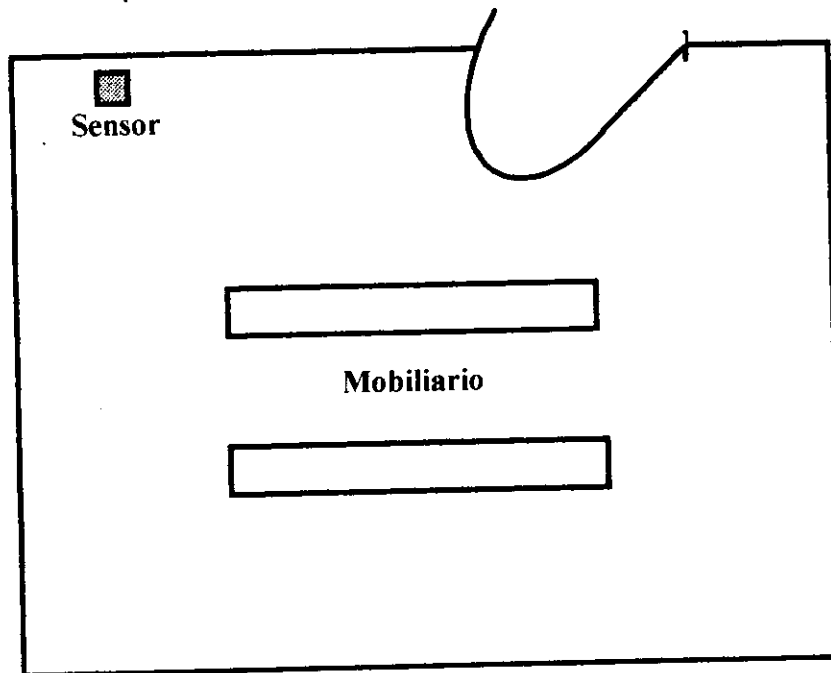


FIG. 4.4

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
IV.- Propuesta de ahorro de energía.

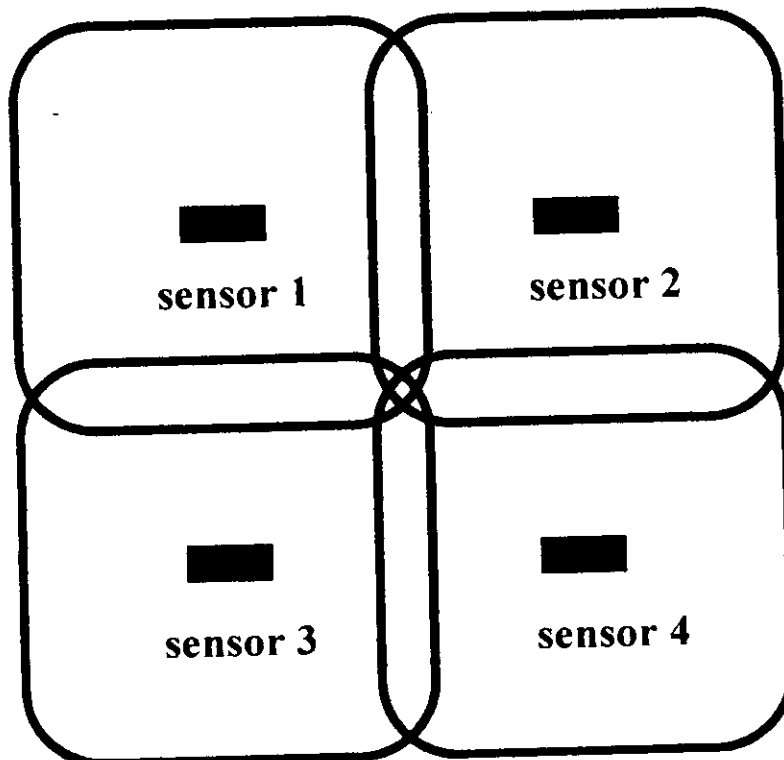
En cuanto a la colocación en cuartos cerrados; los sensores ultrasónicos deben ser colocados de tal manera que no "vean" fuera de la puerta y así reducir falsas operaciones.

FIG. 4.5



En oficinas abiertas se recomienda colocar los sensores de tal forma que se provoquen zonas superpuestas.

FIG. 4.6 - Colocación del sensor en oficinas abiertas -



Los detectores ultrasónicos deben ser colocados por lo menos a 1.2 m de los ductos de entrada de aire acondicionado, a 1.8 metros de ductos de aire acondicionado horizontales, a 1.8m de la fuente de poder y a una altura máxima de 3 metros del piso.

IV.1.4.3. SENSORES DE PRESENCIA CON TECNOLOGÍA DUAL .

La tecnología dual combina las tecnologías PIR y ultrasónica, proporcionando así el control de la iluminación en áreas donde sensores de una sola tecnología pudieran presentar deficiencias en la detección.

La combinación de PIR y ultrasónica permite que el sensor aproveche las mejores características de ambas tecnologías, ofreciendo mayor sensibilidad y exactitud de operación.

Esta tecnología presenta diferentes configuraciones de operación. La configuración estándar enciende la iluminación cuando las dos tecnologías detectan ocupación de forma simultánea, la mantiene encendida mientras una de las dos siga detectando presencia y la apaga cuando el área se desocupa. Según las condiciones específicas de la zona a controlar, es posible cambiar dicha configuración.

Un ejemplo de aplicación pudiera darse en una sala de computo, el flujo de aire (generado por el aire acondicionado) podría provocar falsos encendidos para un sensor ultrasónico, mientras que la falta de actividad en el área pudiera provocar falsos apagones con un PIR.

Este tipo de problemas se puede resolver con la tecnología dual, ya que para el encendido de las luces el detector, en su configuración estándar, necesita detección de presencia de las dos tecnologías (pudiéndose entender esto como "confirmación" de presencia en el área), mientras que para mantener la luz encendida, sólo es necesario que alguna de las dos tecnologías detecte movimientos por mínimo que éste sea.

El tiempo de apagado automático de las luces es ajustable de 15 segundos, a 15 minutos y transcurre a partir de la última detección.

Existen detectores que incluyen una fotocelda encargada de medir la cantidad de luz natural en el ambiente. El nivel de luz exterior a partir del cual el detector encenderá las luces es regulable según las preferencias del usuario y las características específicas del lugar. Así, cuando la luz solar supere el límite anteriormente fijado (27 a 4627 luxes), el aparato no encenderá las luces aún cuando detecte presencia.

El sistema permite controlar diferentes tipos de iluminación: foco incandescente de bajo voltaje, lamparas fluorescentes, ahorradoras de energía, etc., debido a que se conectan por medio de la fuente de poder, la cual es la encargada de controlar las cargas.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

Estos dispositivos permiten conectarse a sistemas de ventilación, aire acondicionado, calefacción, sistemas de monitoreo y sistemas administradores de energía por medio de un relé integrado. Dicho relé presenta un contacto normalmente abierto y otro normalmente cerrado.

Este tipo de sensores puede ser montado en pared o techo.

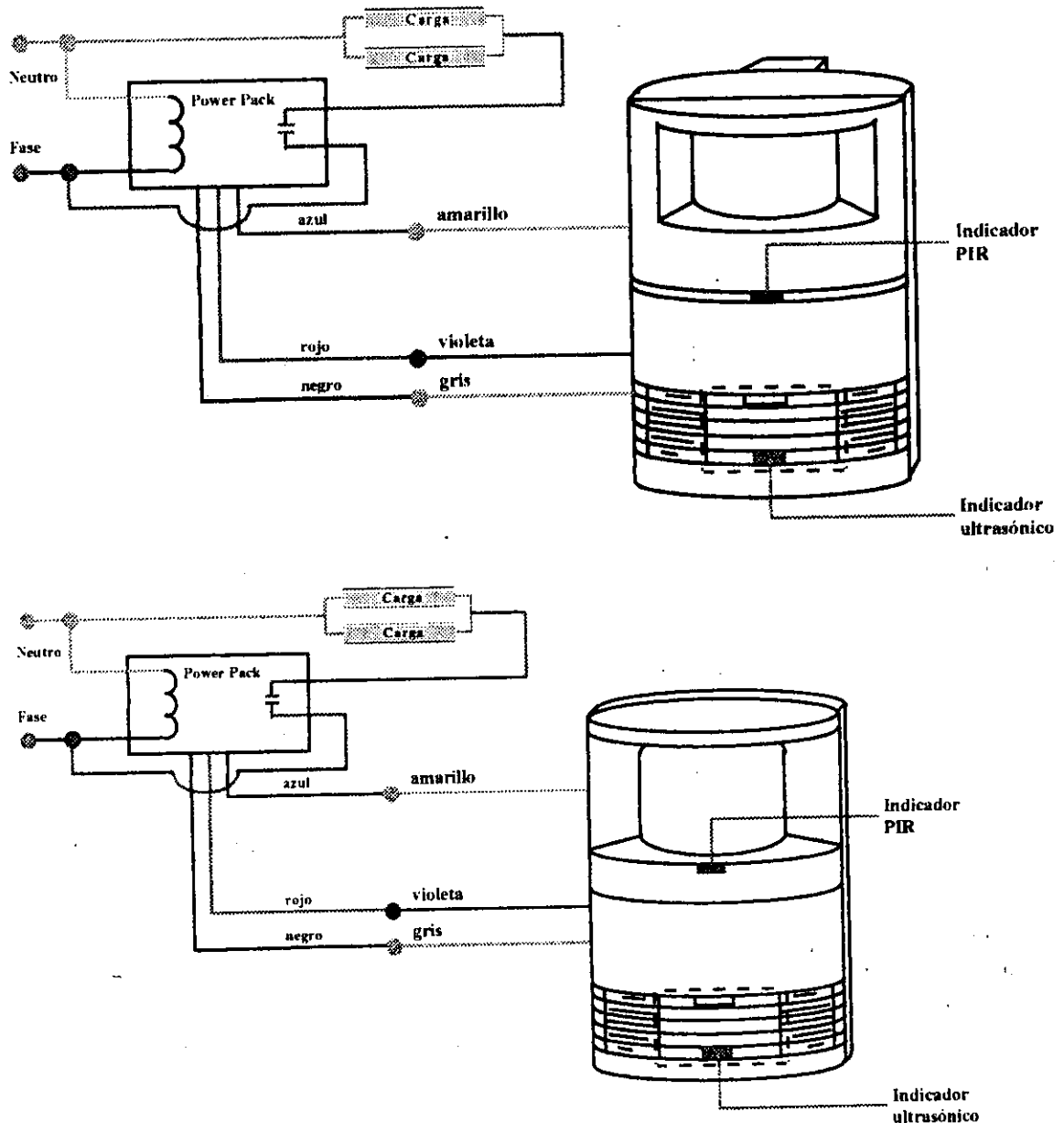


FIG. 4.7 Diagrama de instalación de un sensor ultrasónico. Enciende la iluminación cuando detecta ocupación.

IV.1.5. TIMERS, CRONOSWITCH Y TABLEROS AHORRADORES DE ENERGÍA.

Los nuevos componentes ahorradores de energía, como lámparas, balastos, etc., utilizan tecnologías avanzadas para reducir el consumo de energía eléctrica. Sin embargo, la eficiencia de un sistema de iluminación no termina con la simple instalación de estos; los controles para iluminación ofrecen un potencial de ahorro de energía eléctrica adicional semejante o incluso mayor que esos componentes. Las lámparas y balastos eficientes reducen la potencia demandada por el sistema de iluminación; por otra parte, los controles pueden reducir el tiempo de uso de esa potencia.

El adecuado control de un sistema de iluminación es una de las más efectivas maneras de ahorrar energía eléctrica; las técnicas de control pueden variar desde un sencillo interruptor de encendido/apagado instalado para un solo luminario hasta un elaborado sistema maestro computarizado operando el sistema de iluminación de un gran edificio.

Con una correcta distribución de los dispositivos de interrupción se pueden lograr importantes ahorros de energía eléctrica, ya que esto permite el encendido del sistema de iluminación de solo aquellas áreas en las que sea necesario y apagarlo en donde no se encuentre nadie trabajando o que exista la suficiente aportación de luz natural.

Una manera práctica de controlar la iluminación es el uso de controles automáticos llamados timer o cronoswitch y de manera más sofisticada los tableros electrónicos.

TIMER CRONOSWICH

Su aplicación más sencilla es la de encender y apagar las luces a un intervalo de tiempo determinado, por ejemplo, en sistemas de iluminación exterior. Existen modelos sencillos que se programan en periodos de 24 horas o de 7 días, hasta los electrónicos que se pueden programar para los 365 días del año y con ajustes para cada estación. A continuación se mencionaran algunos ejemplos de cronoswitch con diferentes características.

CRONOSWICH 24 horas llegan a proporcionar hasta 96 operaciones (48 de encendido y 48 de apagado) cada 24 horas, realizando las operaciones con un mínimo de 15 minutos. Permite omitir operaciones el día ó días seleccionados. Además proporcionan un mínimo de 16 horas de reserva de energía para mantener los calendarios preestablecidos durante interrupciones de energía eléctrica.

CRONOSWITCH 7 DÍAS. Estos cronoswitch proporcionan un programa diferente de encendido y apagado para cada día de la semana, además cuentan con reservas de energía, y los hay también con un control de tiempo mediante fotocontroles, el fotocontrol cuenta con un nivel de intensidad de luz ajustable.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV.- Propuesta de ahorro de energía.

CRONOSWITCH 365 DÍAS. Son ideales donde se requiere un control exacto de energía durante todo el año. Tienen un ajustador de año automático, ajuste programable de ahorro de luz del día, así como un programa para vacaciones y días festivos, que es diferente al programa normal de 7 días. Tiene 320 funciones que pueden asignarse a cada combinación de encendido y apagado para ahorrar energía en cambios de horarios y días festivos.

TABLEROS ELECTRÓNICOS

Este innovador sistema, permite controlar a distancia el alumbrado y el equipo eléctrico, derivar energía de otros sistemas de control y controlar otro tipo de cargas, todo desde un lugar centralizado.

Este sistema incluye, interruptores controlados remotamente, bases de control, módulo de alimentación y módulos de control basado en microprocesador. Todos estos componentes se pueden instalar en tableros nuevos o existentes. En un paquete compacto integrado, se pueden proporcionar hasta 42 interruptores derivados controlados remota y convenientemente, por ejemplo a través de una PC.

Este sistema está diseñado específicamente para superar las limitaciones de los sistemas tradicionales de control y conmutación de energía eléctrica. No hay necesidad de tener por separado relevadores, circuitos de control, contactores, o gabinetes, debido a que sus componentes modulares incluyen todas estas funciones, pero al mismo tiempo con mucho menos equipo. Además como ya se menciono todos los componentes se instalan dentro de tableros de alumbrado nuevos o existentes.

Para reducir los costos de alambrado e instalación, los interruptores combinan la capacidad de conmutación remota dentro/fuera, con la protección contra sobre corriente.

El bus de control conduce la alimentación en $24 V_{cd}$ para la operación de los interruptores, así como de las señales de control individuales de dichos interruptores derivados.

El módulo de alimentación, proporciona energía de $24 V_{cd}$ para la conmutación remota de interruptores, vía el bus de control, así como terminales de entrada para las conexiones a otros dispositivos de control externos.

El módulo de control dirige la operación de varios interruptores y proporciona un despliegue visual del estado de los mismos y además, está disponible un reloj opcional interno para programación de funciones de tiempo.

El diseño del sistema: integra dentro de los interruptores la capacidad de control remoto dentro/fuera. Esto no solo ahorra espacio y costos de instalación, sino también mejora el funcionamiento del sistema. Además, el interruptor cuenta con características diseñadas para facilitar el mantenimiento y la operación. Estos interruptores en caja moldeada

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica

IV. - Propuesta de ahorro de energía.

El módulo de alimentación no sólo suministra energía en 24 V_{cd} para la conmutación remota, sino también monitorea los circuitos e incluye una tablilla de terminales para conectar hasta 8 dispositivos de control externo, tales como interruptores de pared, sensores de movimiento y fotoceldas. Para conectar un gabinete opcional, se puede proporcionar un puerto para dicha expansión, el cual soporta hasta 64 dispositivos de control externos. Además, su puerto opcional para red permite que se conecten y controlen varios paneles desde una computadora personal.

La inteligencia del sistema se obtiene de un módulo de control basado en microprocesador, el cual simplifica la configuración del sistema, el monitoreo y control. La instalación del sistema es tan sencilla como enchufar el módulo de control sobre el módulo de alimentación. Pudiendo rápidamente establecer el control de hasta 42 interruptores. Otras características que eliminan reprogramación, protección con clave de acceso y un puerto de comunicación RS485 para conectar hacia una PC.

Como opción, el módulo de control está disponible con un reloj interno. Esta opción mejora grandemente sus capacidades de administración de energía permitiéndole programar la conmutación automática del alumbrado y de equipos eléctricos de circuitos individuales. Debido a que esté reloj integrado al módulo de control, se puede programar fácilmente éstas y otras funciones durante el día:

- * Calendario de 365 días
- * Programación de días festivos
- * Programas semanales de 7 días
- * Control de alumbrado por zonas
- * Temporización automatizada al amanecer/al atardecer
- * Advertencia destellante

Varios tableros electrónicos se pueden enlazar y controlar fácilmente desde una PC, como se muestra en la figura 4.8.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
IV.- Propuesta de ahorro de energía.

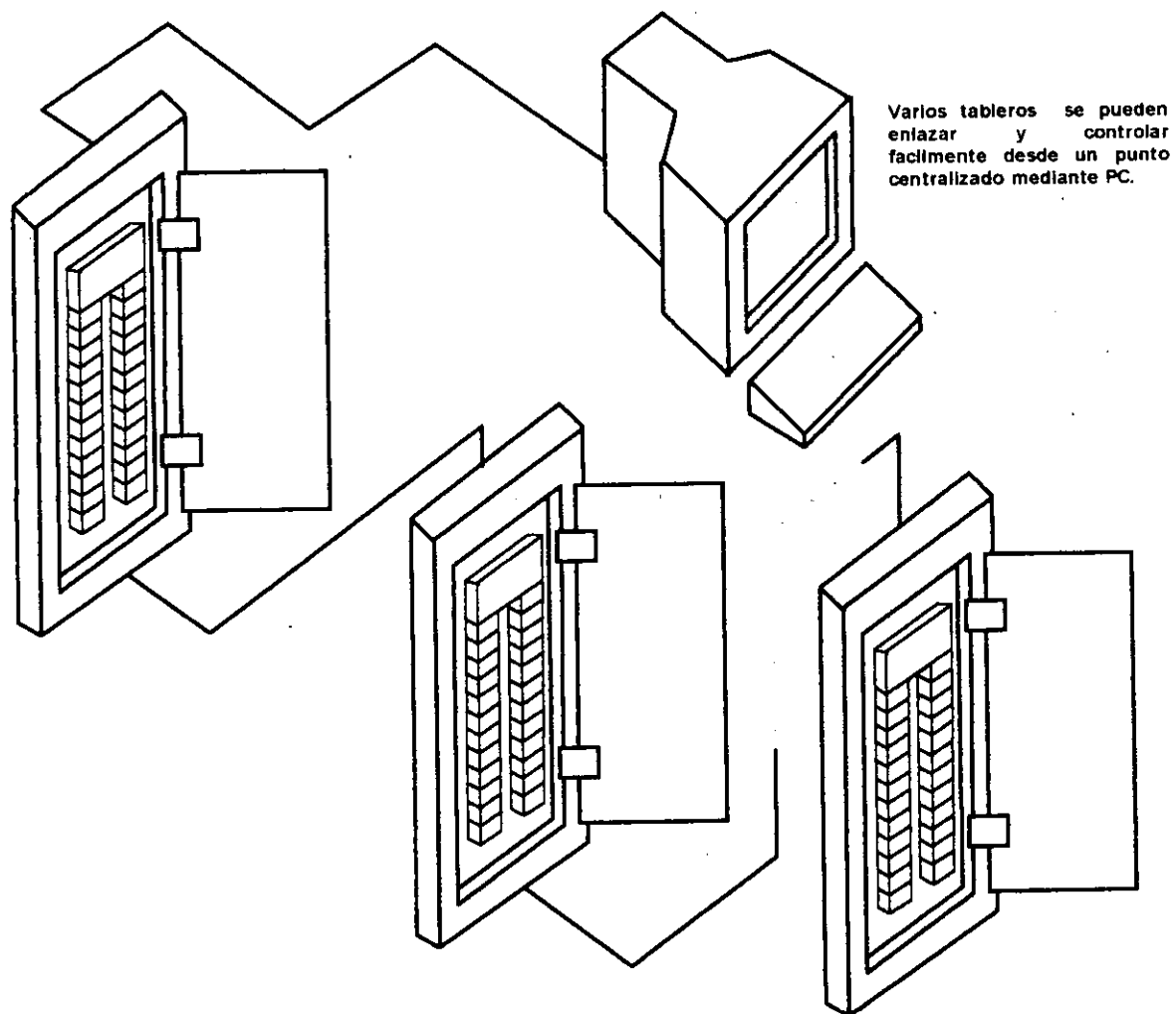


FIG. 4.8

IV.2.- PROYECTO DE AHORRO DE ENERGÍA.

INSTITUCIÓN: CLÍNICA ODONTOLÓGICA ARAGÓN.

IV.2.1. DIAGNÓSTICO.

Mediciones.

Con el objeto de reducir sus costos por concepto de energía eléctrica llevamos un levantamiento eléctrico y al termino de ello, con ayuda del F.I.D.E., se desarrollo el siguiente diagnóstico en las instalaciones del edificio.

Se detectó que el sistema de iluminación interior esta constituido por 234 gabinetes conteniendo 148 lámparas de 75 Watts; 326 lámparas de 40 Watts, 2 de 32 Watts y una de 20 Watts; incluyendo también 57 lámparas de halógeno colocadas en base para iluminación en silla dental, reflectores de vapor de sodio con gabinete tipo intemperie 400 Watts y un foco incandescente para cuarto oscuro de 10 Watts completando con contactos monofásicos de dos alambres y 2 polos sin polarización., que representa una carga conectada de 88.1975 Kwatts, donde 37748.53 Watts corresponde al sistema de contactos y 50448.97 Watts para el sistema de iluminación. El resto de la demanda es provocada por las compresoras y la bomba hidroneumática.

Debido a que el consumo de energía más elevado es la iluminación, las acciones correctivas se enfocaron a la corrección de este.

✳ La iluminación consiste básicamente de fluorescentes; 2 X 40 Watts y 2 X 75 Watts. Las lámparas de 39 Watts instaladas son del tipo arranque instantáneo (Slimline), color luz de día, cuyo flujo luminoso es de 2500 lúmenes, ya depreciados por el uso y algunos casos fundidas. Las lámparas de 75 Watts también son de arranque instantáneo, luz de día con un flujo luminoso de 5200 lúmenes, también depreciados por el uso y falta de mantenimiento.

Los balastos de 2 X 75 Watts y 2 X 39 Watts son del tipo de baja energía; con un consumo elevado en relación con los balastos de alta eficiencia.

✳ Sistema de alumbrado con problemas de control en cuanto al apagado - encendido.

✳ Se detectaron gran cantidad de lámparas encendidas en horarios inhábiles y en áreas sin personal, así como lámparas encendidas en áreas con suficiente iluminación natural.

A continuación se presenta un cuadro proporcionado por la compañía de luz y fuerza, donde se observa el consumo y el importe pagado de los primeros meses durante 1999.

**SERVICIO GENERAL
(TARIFA 3)
1999**

CARGO / TARIFA	3
ENERO	
Por c/kW de demanda máxima medida (\$/kW)	101.532
Por c/kWh de energía consumida (\$/kWh)	0.64176
FEBRERO	
Por c/kW de demanda máxima medida (\$/kW)	101.705
Por c/kWh de energía consumida (\$/kWh)	0.64285
MARZO	
Por c/kW de demanda máxima medida (\$/kW)	103.118
Por c/kWh de energía consumida (\$/kWh)	0.65179
ABRIL	
Por c/kW de demanda máxima medida (\$/kW)	104.407
Por c/kWh de energía consumida (\$/kWh)	0.65993

También se hace una breve descripción de la tarifa aplicada a la clínica (tarifa 3) y enseguida se presenta la facturación de todo el año de 1998.

**TARIFA No. 3
SERVICIO GENERAL PARA MAS DE 25 KWATTS DE DEMANDA.**

1.- APLICACIÓN.

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

2.- CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$101.532 (uno, cero, uno, punto, cinco, tres, dos pesos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargo adicional por la energía consumida.

\$0.64176 (cero, punto, seis, cuatro, uno, siete, seis pesos) por cada kilowatt - hora.

3.- MINIMO MENSUAL.

El importe que resulte de aplicar 8 (ocho) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

4.- DEMANDA POR CONTRATAR.

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor de 60 % (sesenta por ciento) de la carga total conectada ni menor de 25 (veinticinco) kilowatts o de la capacidad del mayor motor o aparato instalado. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5.- DEMANDA MAXIMA MEDIDA.

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el período de facturación.

6.- DEPOSITO DE GARANTIA.

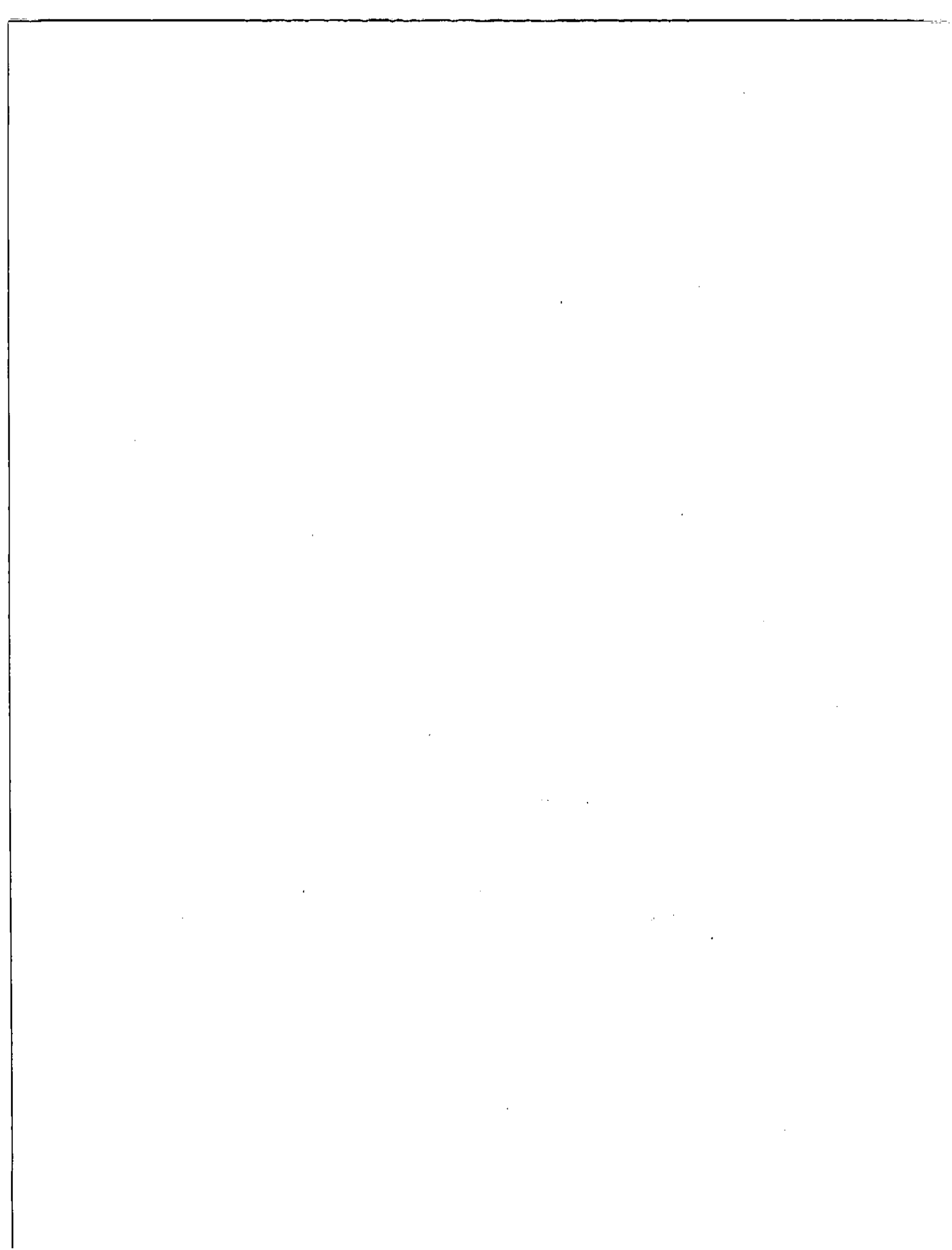
2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a que se refiere el inciso 2.1 (dos punto uno) a la demanda contratada.

DATOS DEL PERSONAL. Y HORARIOS DE USO.

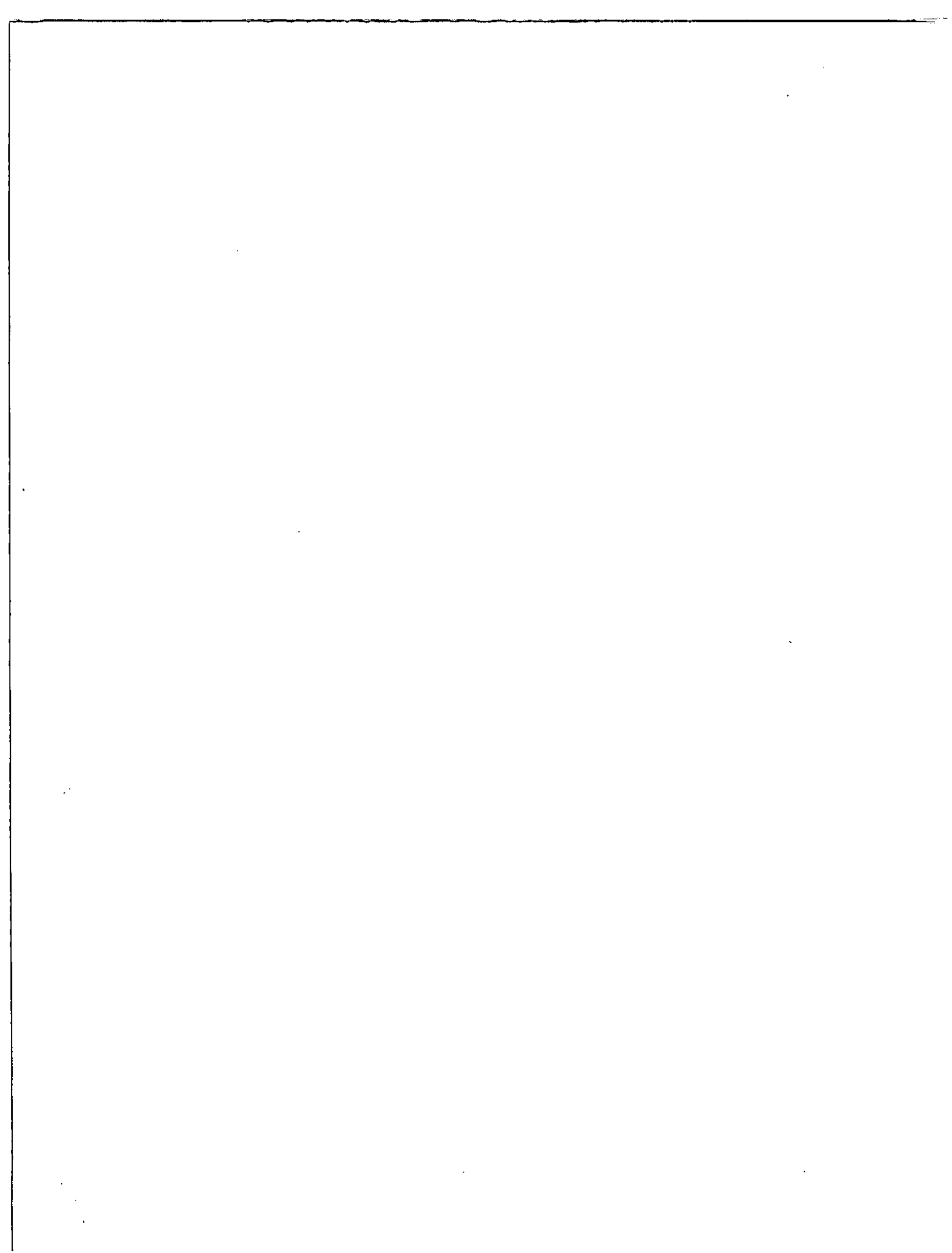
Las oficinas administrativas y los consultorios del edificio de la clínica se encuentran iluminadas generalmente durante 12 horas de las 8:00 a.m. a las 8:00 p.m., mientras que otras áreas como son baños, cuarto de intendencias, sala de espera están las 24 horas del día, aún exista una buena iluminación en el exterior; debido a que es una operación manual, desde el tablero de distribución y no existe una política u orden para desconectar determinadas áreas, limitación que podría superarse mediante la instalación de un sistema de control.

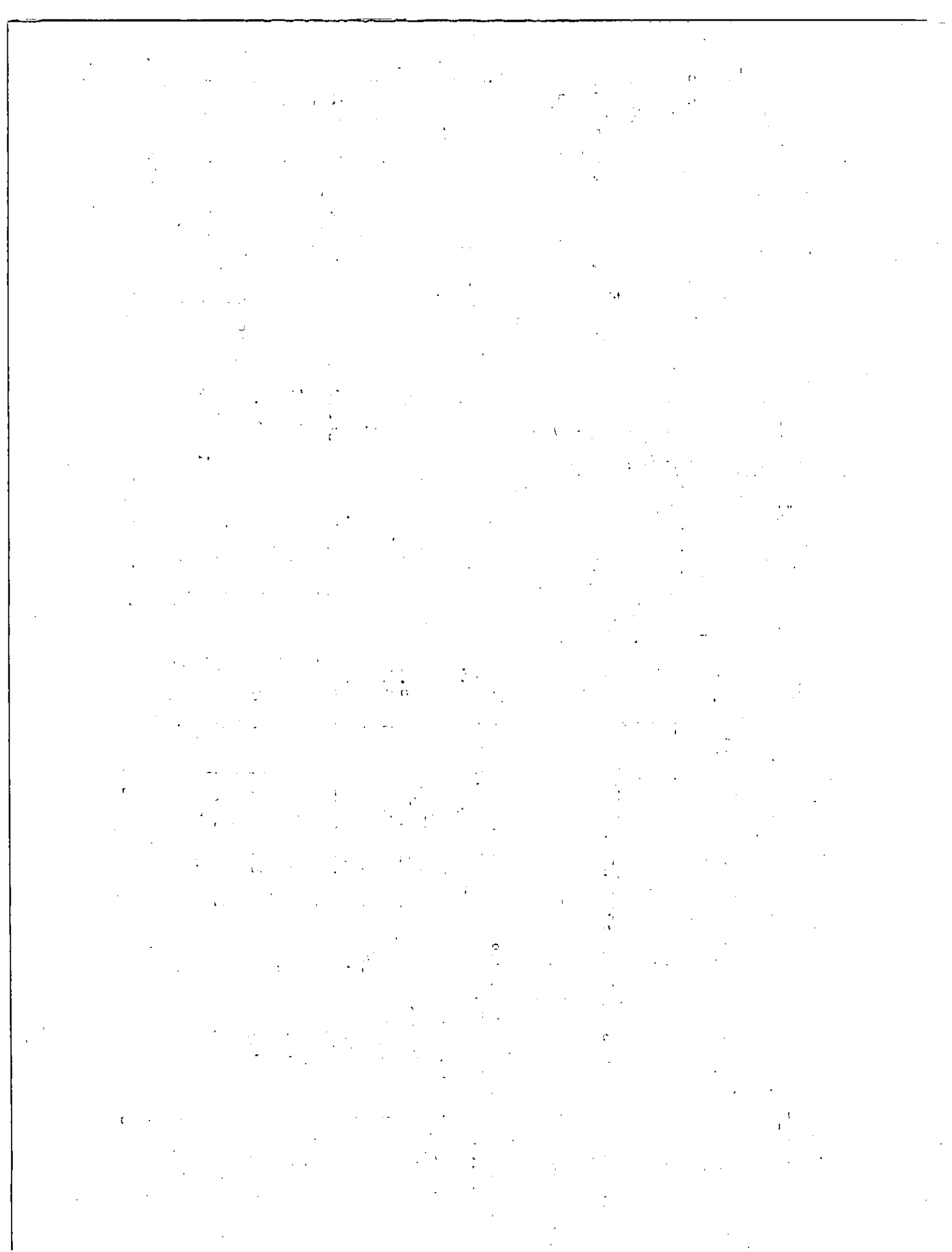
Con respecto a la iluminación externa las luminarias de marquesinas del lado de las canchas se encuentran dañadas, mientras que los reflectores (vapor de sodio), actualmente instalados cumplen con los requisitos mínimos de eficiencia.

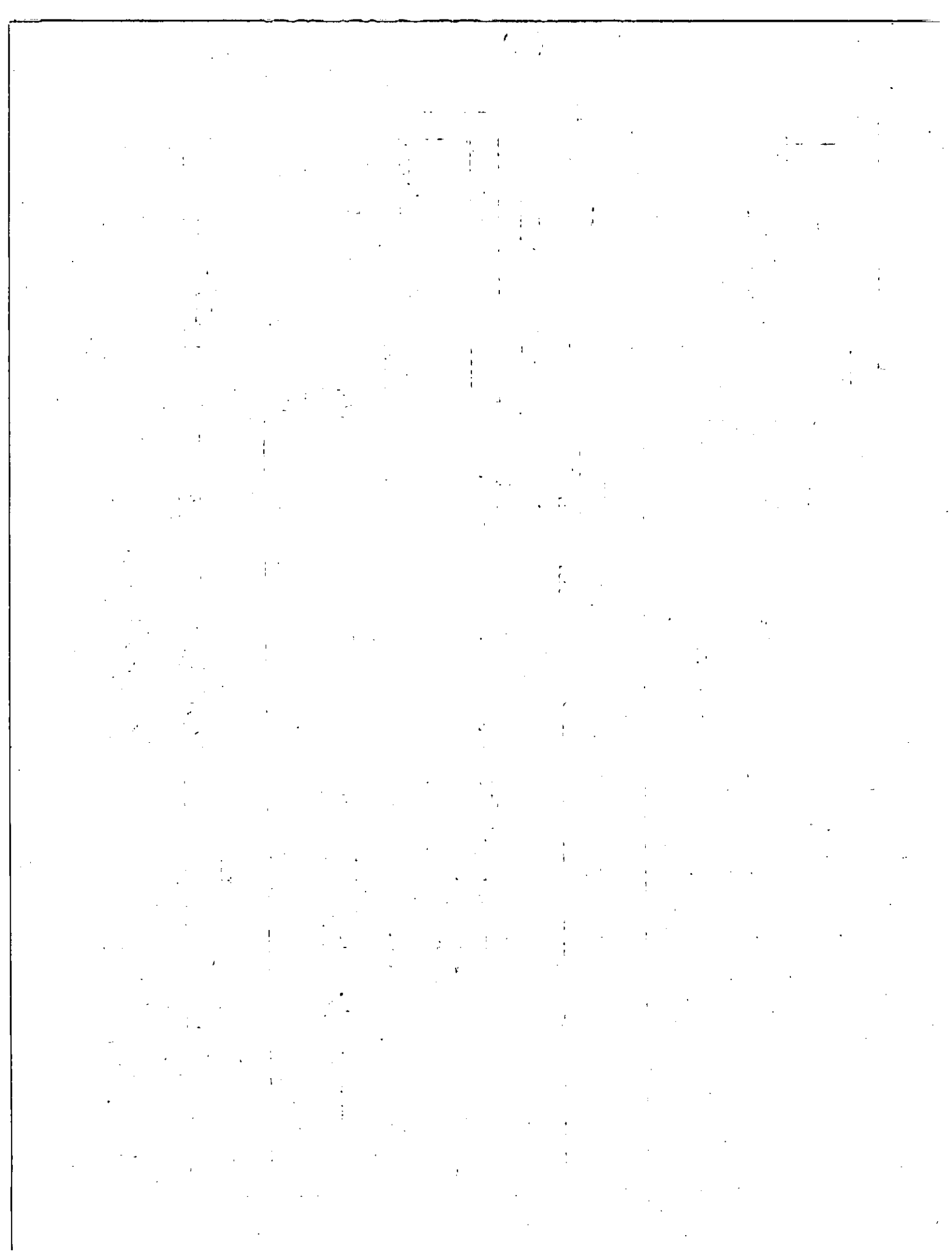
NOTA: Las cuotas indicadas corresponden al día 1 del mes de enero de 1999 y estarán sujetas a un ajuste automático en los términos del resolutivo QUINTO del acuerdo de Autorización de ajuste del 31 de diciembre de 1998.



IV.2.1.1. DATOS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.







MELCHOR OCAMPO 111 COL. TLAXIAPAN MEXICO, D.F. C.P. 113791 C840308C77

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

CLAVES
 AJ AJUSTE CARGO O CREDITO
 CA CANTIDAD ADONADA A SU CUENTA
 PM PM DE LOS DATOS DE SU CONSUMO SE ESTAN
 AA ASESORADO ANTERIOR NO PAGADO EN SU
 OP OPERATIVO

NUMERO DE SU CUENTA: 32 01 113 0591 1 036298
 No. O.C. 1 036298

LECT. ANT. LECT. ACT. CONSTANTE MEDIDOR
 47-10-31 A 47-12-2

2 A 98-1-2

792017617927 8046

9020178 470

DEMANDA CONTRATADA

9026709 2838 2863

BONIFICACION POR F. DE P. MAYOR DE 90%

CARGO POR DERECHOS DE ALUMBRADO PUBLICO

PASA A LA FACTURA * 2

7340 KWH

29 KW

60 KW

1500 KVARH

97863

PERIODO DE CONSUMO: 02 3 4 980102 980202
 PERIODO DE CONSUMO: 02 3 4 980102 980202

RECIBO DE CONSUMO: 14252-93 AA

7,943.89

6,437.52

441.61

126.75

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 CLINICA ODONTOLOGICA " ARAGON " UR- 443

IMPORTE POR PAGAR

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

MELCHOR OCAMPO 111 COL. TLAXIAPAN MEXICO, D.F. C.P. 113791 C840308C77

CLAVES
 AJ AJUSTE CARGO O CREDITO
 CA CANTIDAD ADONADA A SU CUENTA
 PM PM DE LOS DATOS DE SU CONSUMO SE ESTAN
 AA ASESORADO ANTERIOR NO PAGADO EN SU
 OP OPERATIVO

NUMERO DE SU CUENTA: 32 01 113 0591 1 036298
 No. O.C. 1 036298

LECT. ANT. LECT. ACT. CONSTANTE MEDIDOR
 47-10-31 A 47-12-2

2 A 98-1-2

946.31

0.00

946.31

0.00

PERIODO DE CONSUMO: 02 3 4 980102 980202
 PERIODO DE CONSUMO: 02 3 4 980102 980202

RECIBO DE CONSUMO: 14252-93 AA

946.31

0.00

946.31

0.00

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 CLINICA ODONTOLOGICA " ARAGON " UR- 443

IMPORTE POR PAGAR

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL

PARA EVITAR LA SUSPENSIÓN DE SU SERVICIO
 PAGUE USTED ANTES DE:

02 03-MARZO -98

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA
 ARAGON

EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

00 *****320111305911

D.C. IMPORTE U.N.M. BIL. ZONA FOLIO S.

ESTIMADO USUARIO: SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL
 O SUPERIOR A MIL 000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARLO CON
 CHEQUE CERTIFICADO, DE CALA O EN EFECTIVO.

CUENTA ESPECIAL

PARA EVITAR LA SUSPENSIÓN DE SU SERVICIO
 PAGUE USTED ANTES DE:

02 03-MARZO -98

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA
 ARAGON

EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

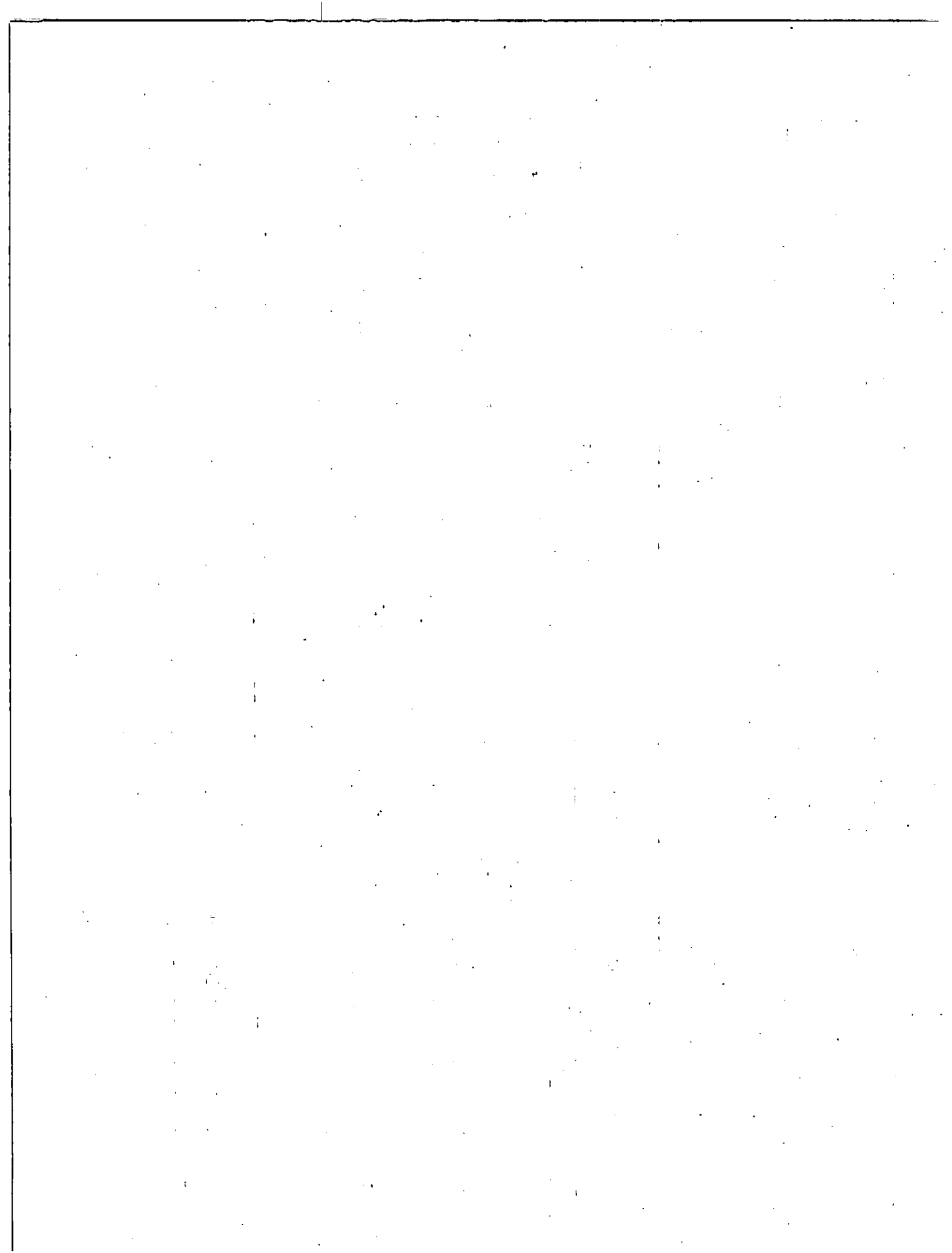
IMPORTE \$1,377.00

31 0001377000320111305911

D.C. IMPORTE U.N.M. BIL. ZONA FOLIO S.

ESTIMADO USUARIO: SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL
 O SUPERIOR A MIL 000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARLO CON
 CHEQUE CERTIFICADO, DE CALA O EN EFECTIVO.

PAGADO
 DPTO. DE PRESUPUESTOS
 Y CONTABILIDAD



LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
MELCHOR OCAMPO 131 COL. IZTACALA MEXICO, D.F. C.P. 06139 (TELEFONO 2028617)

SIGNIFICADO DE LAS CLAVES
AA: ADEUDO CARGO O CREDITO
CA: CANCELACION DE CARGO O CREDITO
PA: PAGAMENTO DE CARGO O CREDITO
AA: CANCELACION DE CARGO O CREDITO

NUMERO DE CUENTA	32 01 113 0591 1 036298
MEDICION	95-10-31 A 97-12-2
	97-12-2 A 98-1-2
	98-1-2 A 98-2-2
CORROS	9020178 8046 8209
	9020178 550
DEMANDA CONTRATADA	9026709 2863 2896
PASA A LA FACTURA	2

NOMBRE DE LA SOCIEDAD / DIRECCION
U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
CLINICA ODONTOLÓGICA " ARAGON " UR- 443 C.P.

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
MELCHOR OCAMPO 131 COL. IZTACALA MEXICO, D.F. C.P. 06139 (TELEFONO 2028617)

SIGNIFICADO DE LAS CLAVES
AA: ADEUDO CARGO O CREDITO
CA: CANCELACION DE CARGO O CREDITO
PA: PAGAMENTO DE CARGO O CREDITO
AA: CANCELACION DE CARGO O CREDITO

NUMERO DE CUENTA	32 01 113 0591 1 036298
MEDICION	95-10-31 A 97-12-2
	97-12-2 A 98-1-2
	98-1-2 A 98-2-2
CORROS	9020178 8046 8209
	9020178 550
DEMANDA CONTRATADA	9026709 2863 2896
PASA A LA FACTURA	2

NOMBRE DE LA SOCIEDAD / DIRECCION
U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
CLINICA ODONTOLÓGICA " ARAGON " UR- 443 C.P.

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL

PARA SU CANCELACION DEBE SER PAGADO EN SU ENTIDAD EMISORA
03 | 31 - MARZO - 98

U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

00 *****320111305911
CANTIDAD DE IMPORTE EN MONEDA NACIONAL

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL O SUPERIOR A \$15,000.00, EL PAGO DEBE SER EFECTUADO CON CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

CUENTA ESPECIAL

PARA SU CANCELACION DEBE SER PAGADO EN SU ENTIDAD EMISORA
03 | 31 - MARZO - 98

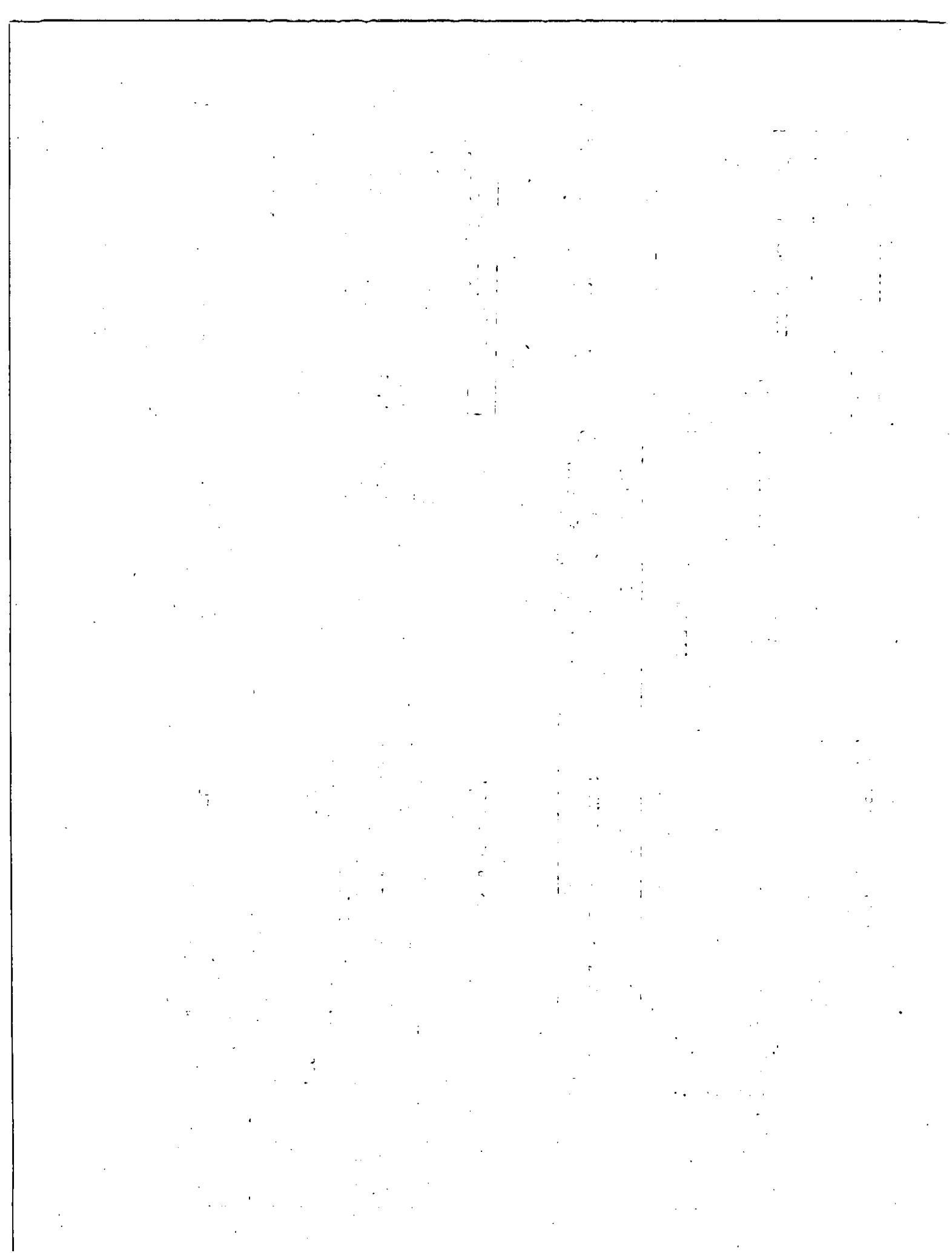
U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

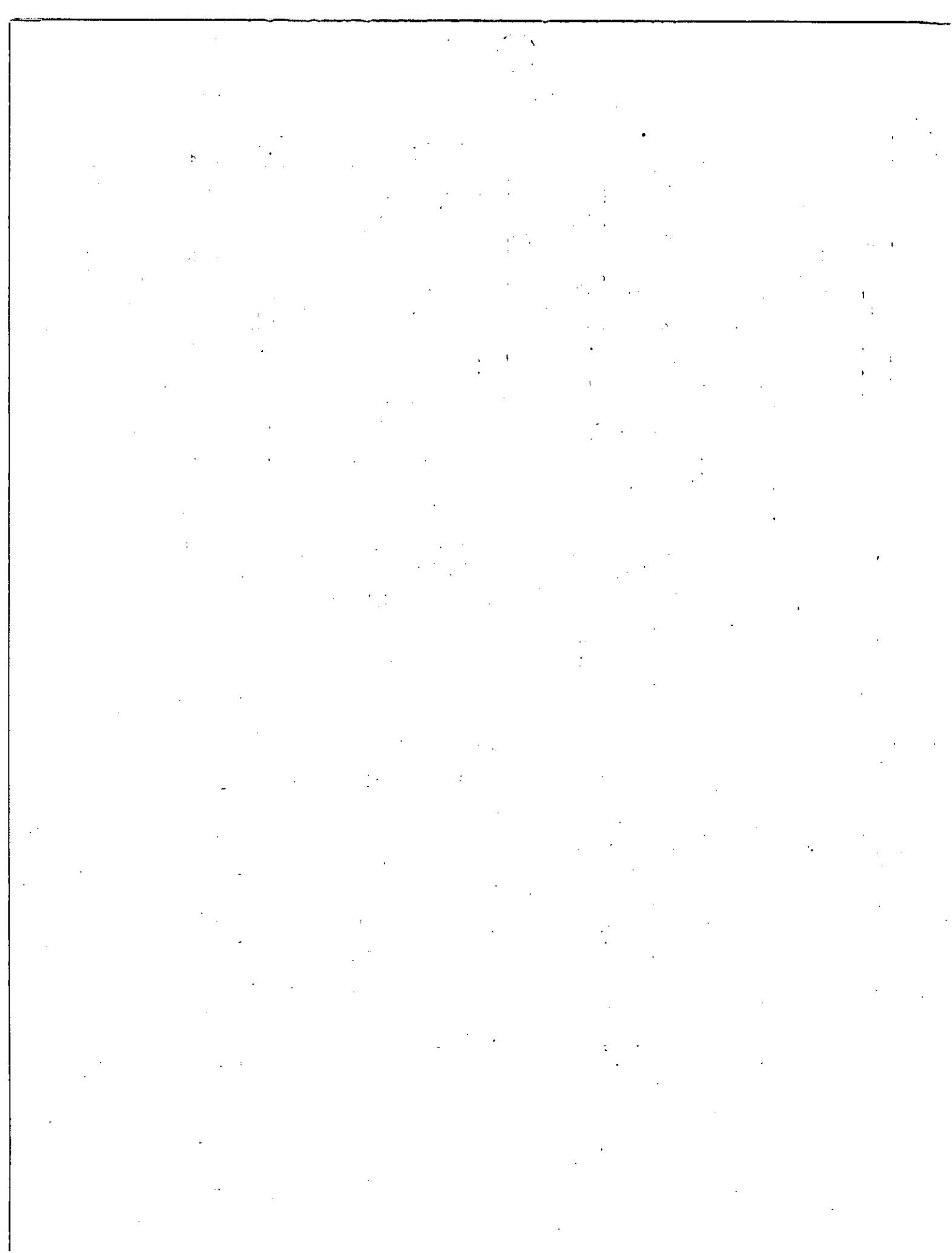
\$9,962.00

95 0009962000320111305911

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL O SUPERIOR A \$15,000.00, EL PAGO DEBE SER EFECTUADO CON CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

PAGADO
DPTO. DE PRESUPUESTOS
Y CONTABILIDAD





LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
 MELCHOR OCCAMPO 171 COL. TLAXAPANA MEXICO, D.F. C.P. 11379 LFC94026877

NUMERO DE SU CUENTA	32 01 113 0591 1 036298	Ng. O.C.	1 036298
LECT. ANT.	4 A 97- 4- 4	LECT. ACT.	4 A 97- 4- 4
CONCEPTO	CARGOS		
LECT. ANT.	60.000	LECT. ACT.	10380 KWH
LECT. ANT.	0.060	LECT. ACT.	31 KW
LECT. ANT.	60.000	LECT. ACT.	60 KW
LECT. ANT.	60.000	LECT. ACT.	2340 KVARH
LECT. ANT.	97551	LECT. ACT.	97551
LECT. ANT.	547.20	LECT. ACT.	547.20
LECT. ANT.	7,968.62	LECT. ACT.	7,968.62
LECT. ANT.	8,580.00	LECT. ACT.	8,580.00
LECT. ANT.	970507	LECT. ACT.	970507
LECT. ANT.	05 3 4	LECT. ACT.	05 3 4
LECT. ANT.	970404	LECT. ACT.	970404
LECT. ANT.	970507	LECT. ACT.	970507

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION
U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 C.P. UR- 443

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

***** IMPORTE POR PAGAR *****

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
 MELCHOR OCCAMPO 171 COL. TLAXAPANA MEXICO, D.F. C.P. 11379 LFC94026877

NUMERO DE SU CUENTA	32 01 113 0591 1 036298	Ng. O.C.	1 036298
LECT. ANT.	4 A 97- 4- 4	LECT. ACT.	4 A 97- 4- 4
CONCEPTO	CARGOS		
LECT. ANT.	0.550	LECT. ACT.	1,172.58
LECT. ANT.	970516	LECT. ACT.	970516
LECT. ANT.	05 3 4	LECT. ACT.	05 3 4
LECT. ANT.	970404	LECT. ACT.	970404
LECT. ANT.	970507	LECT. ACT.	970507

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION
U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
AV. DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 C.P. UR- 443

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

***** IMPORTE POR PAGAR *****

CUENTA ESPECIAL

PARA EVITAR LA SUSPENSIÓN DE SU SERVICIO
 PAGUE ESTE PAGUE ANTES DE RECIBIR
 05 04-JUNIO -97

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA
ARAGON

EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

00 *****320111305911

ESTIMADO USUARIO: SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL
 O SUPERIOR A \$16,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARLO CON
 CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

CUENTA ESPECIAL

PARA EVITAR LA SUSPENSIÓN DE SU SERVICIO
 PAGUE ESTE PAGUE ANTES DE RECIBIR
 05 04-JUNIO -97

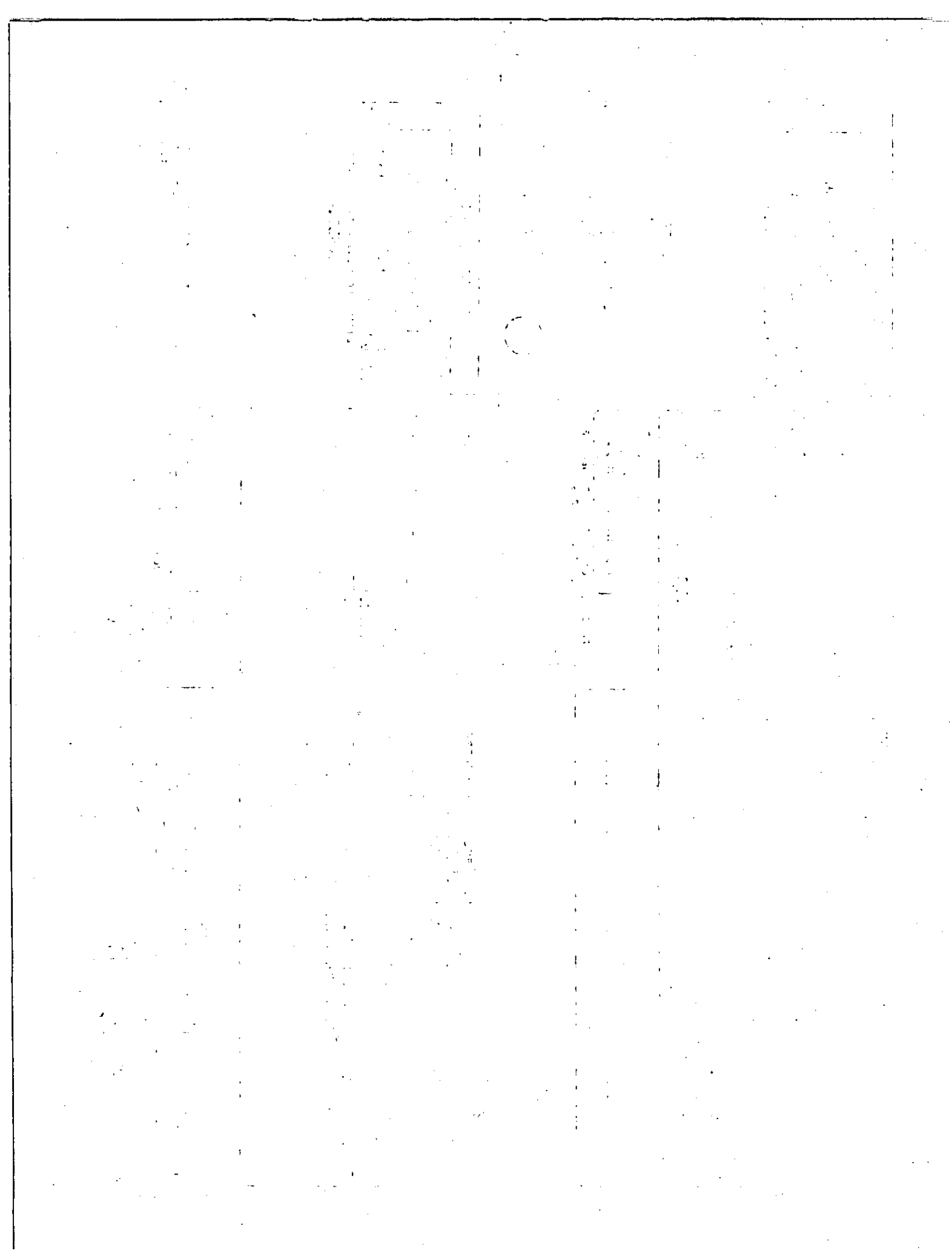
U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA
ARAGON

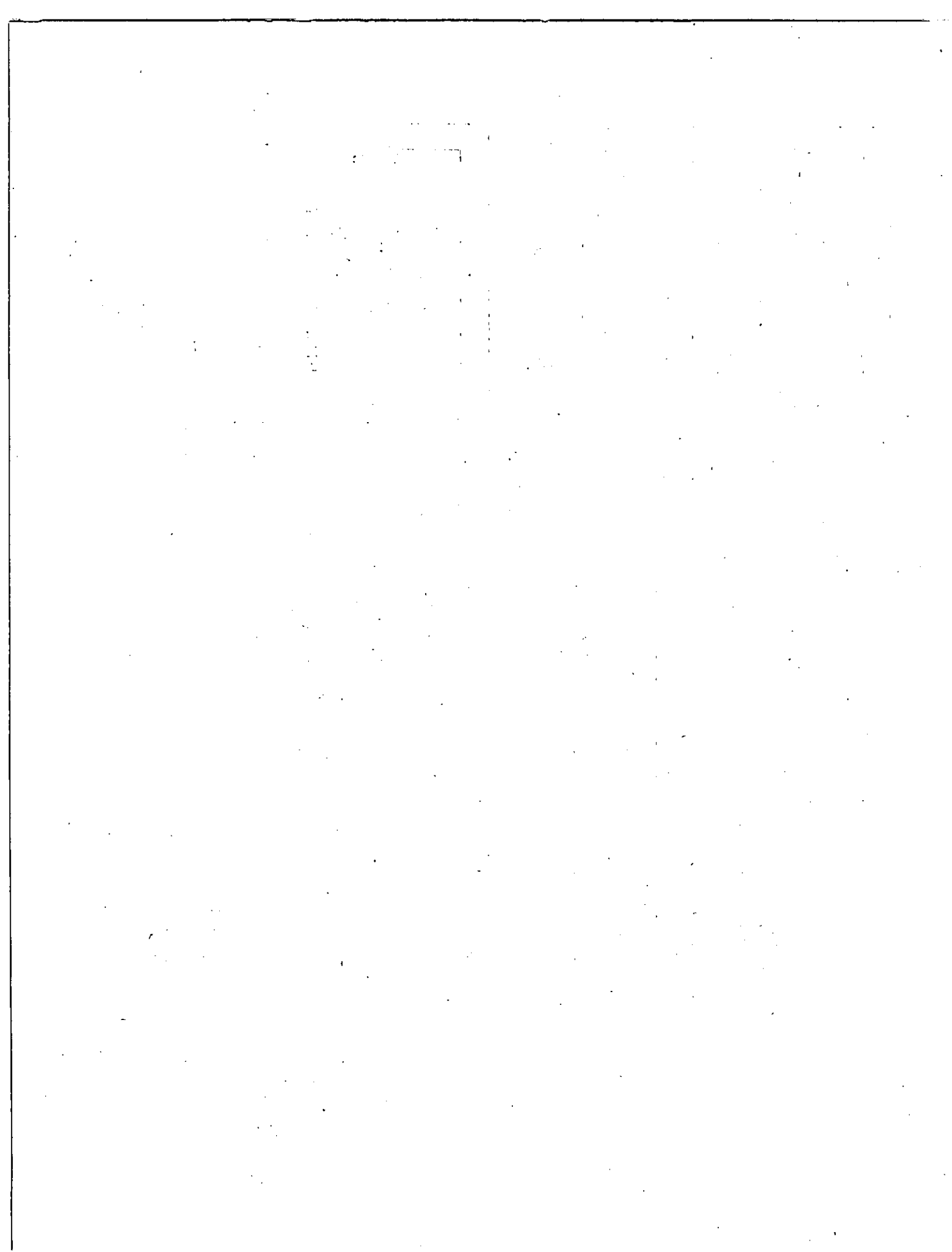
EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

00 *****320111305911

ESTIMADO USUARIO: SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL
 O SUPERIOR A \$16,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARLO CON
 CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

Handwritten signatures and notes:
 OF Trisina
 6/5/97
 6/5/97





LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
 SIG. DE CARGOS DE LAS CLAVES
 PARA LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 PARA LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 PARA LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN

NUMERO DE SU CUENTA	32 01 113 0591 1	036298	PERIODO DE CONSUMO	07 3 4	480603	480702
MEDIDOR NUM.	LECT. ANT.	LECT. ACT.	CONSTANTE	MEDIDOR	CONCEPTO	CLAVE
98-5-4 A	98-6-3	60.000	7320 KWH	9.581.00	20,662.00	AA
COBROS	9020178	8671.8793	30 KW			
	9020178	490	60 KW			
	9026709	2993.3025	1920 KVARH	6.816.75		
			BONIFICACION POR F. DE P. MAYOR DE 90%		115.88	
			CARGO POR DERECHOS DE ALUMBRADO PUBLICO	670.09		
			PASA A LA FACTURA # 2			

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION
U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 C.P.

IMPORTE POR PAGAR

 CR

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL
 PARA ENVIAR LA SUSCRIPCIÓN DE SU SERVICIO
 PAGA ESTE PAQUETE ANTES DE:
 07 30-JULIO -98
U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA
 ARAGON
 EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

CUENTA 32 01 113 0591 1 0
 00 *****320111305911
 D.C. IMPORTE ZONA FOLIO 6

ESTIMADO USUARIO: SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL O SUPERIOR A \$6,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARSE CON CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

NUMERO DE SU CUENTA	32 01 113 0591 1	036298	PERIODO DE CONSUMO	07 3 4	480603	480702
MEDIDOR NUM.	LECT. ANT.	LECT. ACT.	CONSTANTE	MEDIDOR	CONCEPTO	CLAVE
FACTURA # 2						
CARGO PENDIENTE PROX. FACT.			1,005.13			
FECHA DE FACTURACION			98/07/13			
			+0.000			
			0.65			

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION
U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
 C.P.

IMPORTE POR PAGAR

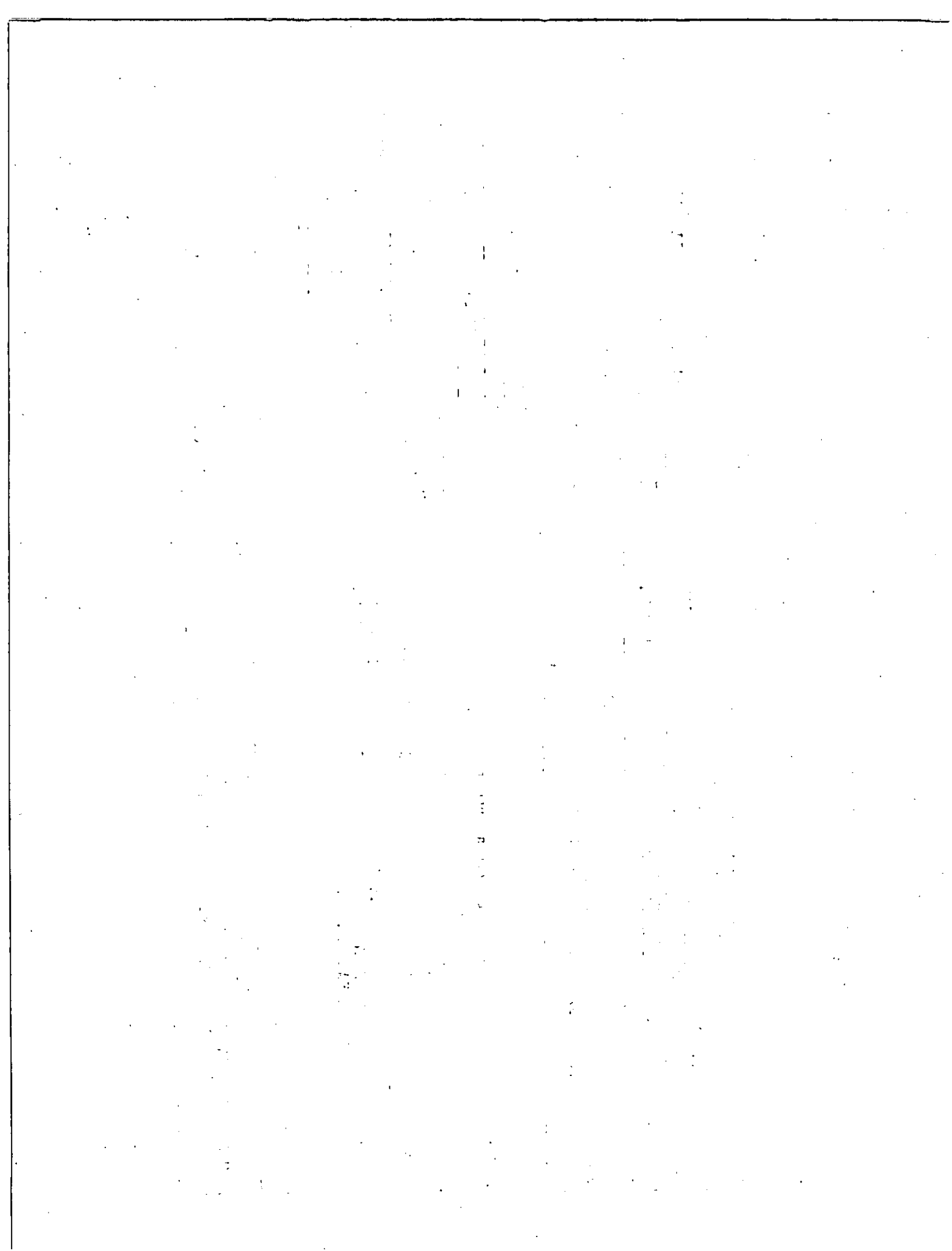
 CR

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL
 PARA ENVIAR LA SUSCRIPCIÓN DE SU SERVICIO
 PAGA ESTE PAQUETE ANTES DE:
 07 30-JULIO -98
U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA
 ARAGON
 EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

CUENTA 32 01 113 0591 1 9
 93 0002704260320111305911
 D.C. IMPORTE ZONA FOLIO 6

ESTIMADO USUARIO: SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL O SUPERIOR A \$6,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARSE CON CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.



LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
 MELCHOR OCAMPO S. DE C.V. TIAPAPA MEXICO, D.F. C.P. 11379 IFC949211177
 SIGUIENDO DE LAS CLAVES
 12 PASADIZO DEL CENTRO
 13 PASADIZO DEL CENTRO
 14 PASADIZO DEL CENTRO
 15 PASADIZO DEL CENTRO
 16 PASADIZO DEL CENTRO
 17 PASADIZO DEL CENTRO
 18 PASADIZO DEL CENTRO
 19 PASADIZO DEL CENTRO
 20 PASADIZO DEL CENTRO
 21 PASADIZO DEL CENTRO
 22 PASADIZO DEL CENTRO
 23 PASADIZO DEL CENTRO
 24 PASADIZO DEL CENTRO
 25 PASADIZO DEL CENTRO
 26 PASADIZO DEL CENTRO
 27 PASADIZO DEL CENTRO
 28 PASADIZO DEL CENTRO
 29 PASADIZO DEL CENTRO
 30 PASADIZO DEL CENTRO
 31 PASADIZO DEL CENTRO
 32 PASADIZO DEL CENTRO

32 01 113 0591 1 036298	32 01 113 0591 1 036298	08 3 4 980702 980731	08 3 4 980702 980731
98- 5- 4 A 98- 6- 3	98- 5- 4 A 98- 6- 3	11,081.00 AA	11,081.00 AA
98- 6- 3 A 98- 7- 2	98- 6- 3 A 98- 7- 2		
9020178 8793 8846	9020178 8793 8846	8,376.74	8,376.74
9020178 360	9020178 360		
DEMANDA CONTRATADA	DEMANDA CONTRATADA	3,802.16	3,802.16
9026709 3025 3042	9026709 3025 3042		
BONIFICACION POR F. DE P. MAYOR DE 90%	BONIFICACION POR F. DE P. MAYOR DE 90%		
CARGO POR DERECHOS DE ALUMBRADO PUBLICO	CARGO POR DERECHOS DE ALUMBRADO PUBLICO	374.89	374.89
PASA A LA FACTURA # 2	PASA A LA FACTURA # 2		
		53.23	53.23

U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN

UR= 443

 EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

 EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

PAGADO

DPTO. DE PRESUPUESTOS Y CONTABILIDAD

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
 MELCHOR OCAMPO S. DE C.V. TIAPAPA MEXICO, D.F. C.P. 11379 IFC949211177
 SIGUIENDO DE LAS CLAVES
 12 PASADIZO DEL CENTRO
 13 PASADIZO DEL CENTRO
 14 PASADIZO DEL CENTRO
 15 PASADIZO DEL CENTRO
 16 PASADIZO DEL CENTRO
 17 PASADIZO DEL CENTRO
 18 PASADIZO DEL CENTRO
 19 PASADIZO DEL CENTRO
 20 PASADIZO DEL CENTRO
 21 PASADIZO DEL CENTRO
 22 PASADIZO DEL CENTRO
 23 PASADIZO DEL CENTRO
 24 PASADIZO DEL CENTRO
 25 PASADIZO DEL CENTRO
 26 PASADIZO DEL CENTRO
 27 PASADIZO DEL CENTRO
 28 PASADIZO DEL CENTRO
 29 PASADIZO DEL CENTRO
 30 PASADIZO DEL CENTRO
 31 PASADIZO DEL CENTRO
 32 PASADIZO DEL CENTRO

32 01 113 0591 1 036298	32 01 113 0591 1 036298	08 3 4 980702 980731	08 3 4 980702 980731
FACTURA # 2	FACTURA # 2		
CARGO PENDIENTE PROX. FACT.	CARGO PENDIENTE PROX. FACT.	562.34	562.34
FECHA DE FACTURACION	FECHA DE FACTURACION	98/08/11	98/08/11
		0.00	0.00

I.V.A. +0.900
 CARGO PENDIENTE PROX. FACT. 562.34
 FECHA DE FACTURACION 98/08/11

U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN

UR= 443

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

RECIBI PARA TRAMITE DE PAGO 13 -AGOSTO-98

RECIBI - ORIGINAL PAGADO 2/09/98
 SE ANEXA COPIA-CHEQUE

CUENTA ESPECIAL

08 28-AGOSTO -98

U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON

EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

00 *****320111305911

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL O SUPERIOR A \$6,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARSE CON CHEQUE CERTIFICADO, DE CALA O EN EFECTIVO.

CUENTA ESPECIAL

08 28-AGOSTO -98

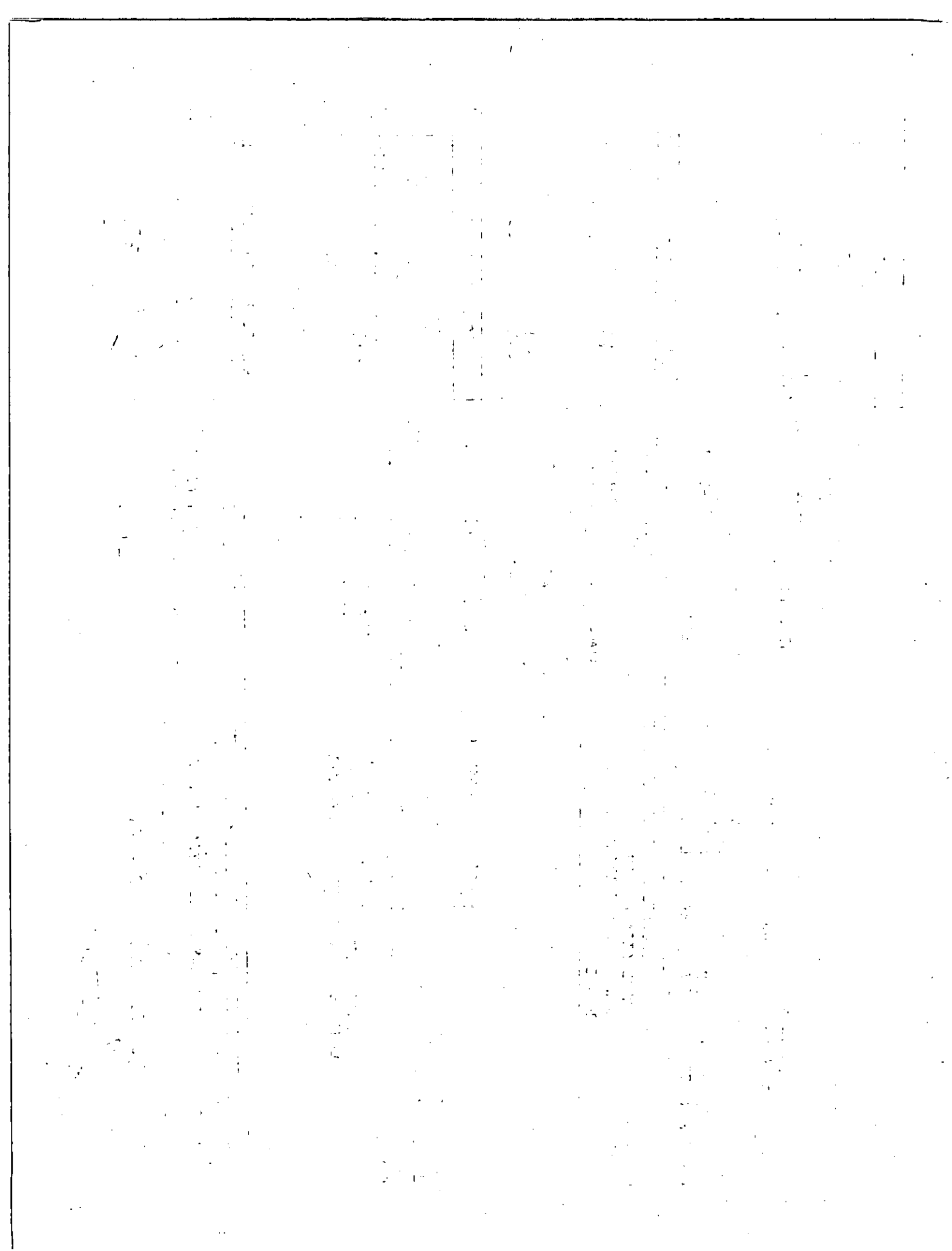
U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON

EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

\$1,981.00

49 0001981000320111305911

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL O SUPERIOR A \$6,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARSE CON CHEQUE CERTIFICADO, DE CALA O EN EFECTIVO.



LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

32 01 113 0591 1 036298 1998 09 09

98- 6- 2-A 98- 7- 2

98- 7- 2 A 98- 7- 31

COBROS

9020178	8846	8966		
9020178	500		7320	KWH
			30	KW
			60	KW
DEMANDA CONTRATADA			1800	KVARH
9026709	3042	3072		
BONIFICACION POR F. DE P. MAYOR DE 90%			97107	
PASA A LA FACTURA # 2				

4,685.26

2,704.26 AA

1,981.00 AA

7,031.36

126.56

U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN

UR- 443

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO TIENE PA DE
ADELANTOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL

09 29-SEPTIEM-98

U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA
 ARAGON

EN CASO DE CORTES DE ENERGIA AL PAGO

00 *****320111305911

CUENTA 32 01 113 0591 1

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL
O SUPERIOR A \$6,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARILO CON
CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

32 01 113 0591 1 036298 1998 09 09

FACTURA # 2

CARGO POR DERECHOS DE ALUMBRADO PUBLICO

I.V.A.

CARGO PENDIENTE PROX. FACT. +0.900

690.48

1,035.72

0.90

U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
 AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN

UR- 443

\$8,631.00

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO TIENE PA DE
ADELANTOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL

09 29-SEPTIEM-98

U N A M*CLINICA ODONTOLÓGICA
 ARAGON

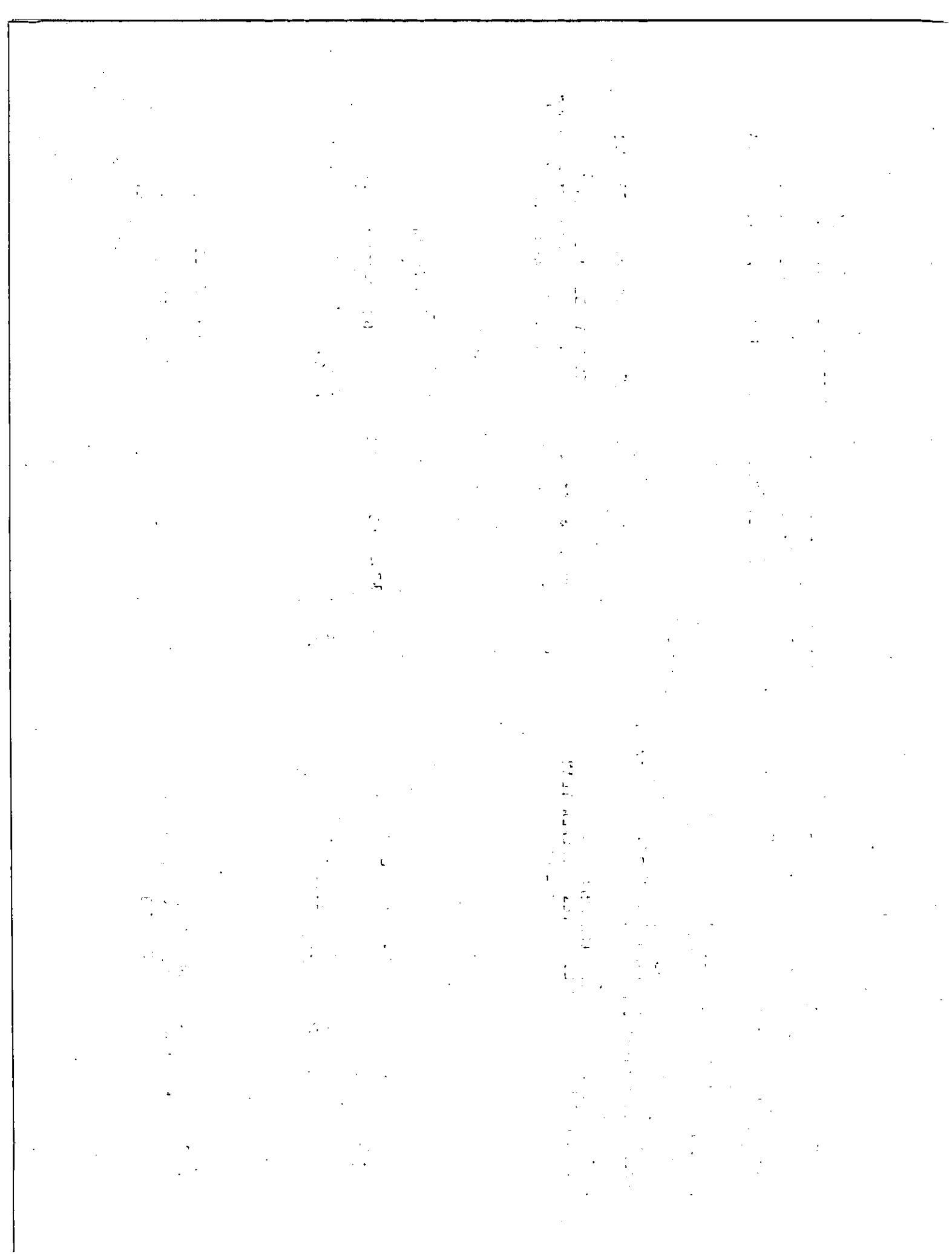
EN CASO DE CORTES DE ENERGIA AL PAGO

\$8,631.00

00 *****320111305911

CUENTA 32 01 113 0591 1

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES IGUAL
O SUPERIOR A \$6,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARILO CON
CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.



LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
MELCHIOR OCAMPO 171 COL. TLAXPANA MEXICO, D.F. C.P. 11139 (TEL. 40268177)

NUMERO DE SU CUENTA		No. D.C.		FECHA DE FACTURACION		R.F.C. CLIENTE		PERIODO DE CONSUMO		HASTA	
32 01 113 0591 1		036298		1998 10 09		U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON		0 3 4		1998 08 31 1998 09 30	
MEDIDOR ANUM	LECT. ANT.	LECT. ACT.	CONSTANTE	MEDIDOR	CONCEPTO	CARGOS	CREDITOS	CLAVE			
98-7-31 A 98-8-31	8968	9117			8940 KWH	8,631.00		AA			
COBROS		490			30 KW			8,631.00			
					60 KW						
					2460 KVARH	7,990.52					
					BONIFICACION POR F. DE P. MAYOR DE 90%						
					CARGO POR DERECHOS DE ALUMBRADO PUBLICO	785.47					
					PASA A LA FACTURA # 2						

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION
U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
UR. 443
C.P.

IMPORTE POR PAGAR

EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL
PARA EVITAR LA SUSPENSIÓN DE SU SERVICIO
CASA - PAGUE USTED ANTES DE:
10 28-OCTUBRE-98

U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA
ARAGON
EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

00 *****32011305911
D.C. IMPORTE 8,631.00
CUENTA 32 01 113 0591 1
ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES
O SUPERIOR A \$4,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARSE
CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
MELCHIOR OCAMPO 171 COL. TLAXPANA MEXICO, D.F. C.P. 11139 (TEL. 40268177)

NUMERO DE SU CUENTA		No. D.C.		FECHA DE FACTURACION		R.F.C. CLIENTE		PERIODO DE CONSUMO		HASTA	
32 01 113 0591 1		036298		1998 10 09		U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON		0 3 4		1998 08 31 1998 09 30	
MEDIDOR ANUM	LECT. ANT.	LECT. ACT.	CONSTANTE	MEDIDOR	CONCEPTO	CARGOS	CREDITOS	CLAVE			
FACTURA # 2					I.V.A.	1,178.20					
					CARGO PENDIENTE PROX. FACT.	0.90					

NOMBRE O RAZON SOCIAL Y DIRECCION
U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA ARAGON
AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN
C.U.R. 443

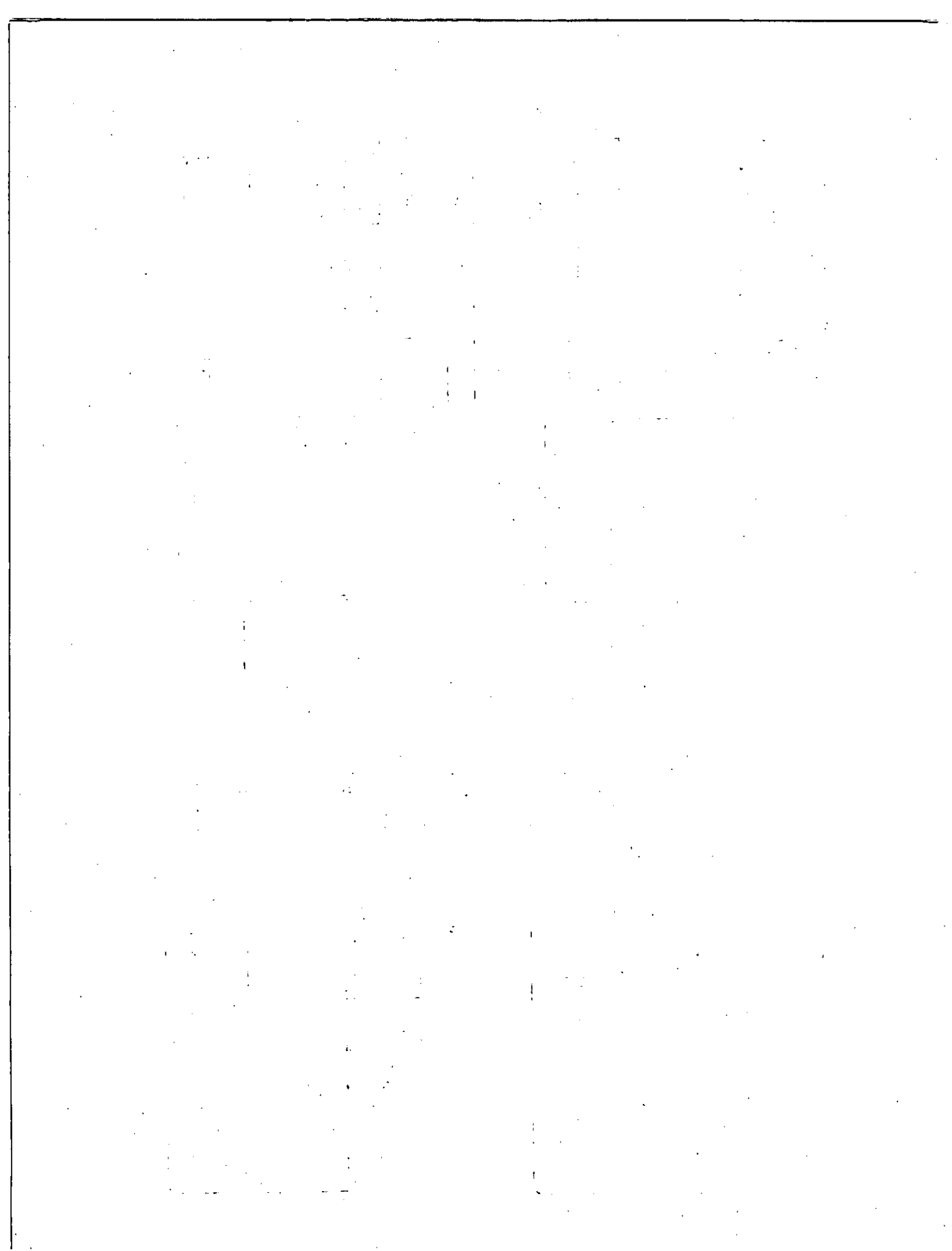
IMPORTE POR PAGAR
\$9,819.00
EL PAGO DE ESTE IMPORTE NO LO LIBERA DE ADEUDOS ANTERIORES

CUENTA ESPECIAL
PARA EVITAR LA SUSPENSIÓN DE SU SERVICIO
CASA - PAGUE USTED ANTES DE:
10 28-OCTUBRE-98

U N A M * CLINICA ODONTOLÓGICA
ARAGON
EN CASO DE CORTE VER NOTA AL REVERSO

\$9,819.00

80 000941900032011305911
D.C. IMPORTE 9,819.00
CUENTA 32 01 113 0591 1
ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES
O SUPERIOR A \$4,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARSE
CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.



CUENTA ESPECIAL

11 01-DICIEMB-98

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON

00 *****32011305911

CUENTA 32 01 113 0591 1

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES O SUPERIOR A \$5,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARLO CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

11 3 4 1998 09 30 1998 10 30

9,819.00 AA 38,519.00

7,793.25

116.90

767.63

***** CR

32 01 113 0591 1 036298 1998 11 11

98- 8-31 A 98- 9-30

COBROS
9020178 9117 9260 60.000 8580 KWH
490 .060 30 KW
DEMANDA CONTRATADA 60 KW
9026709 3113 3155 60.000 2520 KVARH
BONIFICACION POR F. DE P. MAYOR DE 90% 95947
CARGO POR DERECHOS DE ALUMBRADO PUBLICO
PASA A LA FACTURA # 2

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN

CUENTA ESPECIAL

11 01-DICIEMB-98

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON

35 001910432032011305911

CUENTA 32 01 113 0591 1

ESTIMADO USUARIO : SI EL IMPORTE DE SU FACTURA ES O SUPERIOR A \$5,000.00, EL PAGO DEBERA EFECTUARLO CHEQUE CERTIFICADO, DE CAJA O EN EFECTIVO.

11 3 4 1998 09 30 1998 10 30

1,151.45
0.25

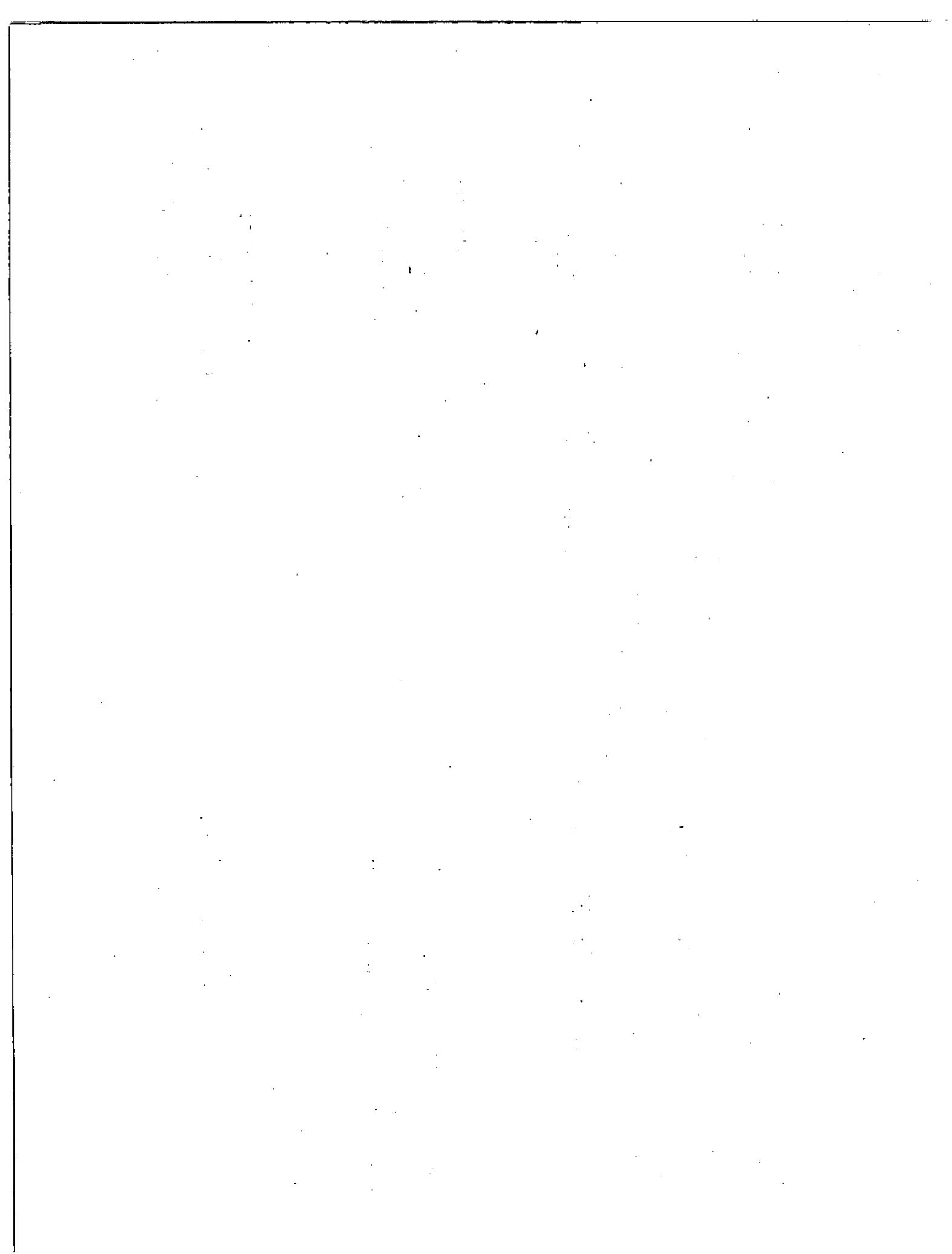
\$19,104.32 CR

32 01 113 0591 1 036298 1998 11 11

FACTURA # 2

CARGO PENDIENTE PROX. FACT. +0.000
I.V.A.

U N A M*CLINICA ODONTOLOGICA ARAGON
AV DE LOS BARRIOS S/N LOS REYES IZTACALA TLAN



IV.2.2.- EVALUACIÓN.

En la tabla no. 4.2 se presenta el levantamiento de datos del sistema actual y enseguida se desarrolla el mecanismo para llegar a la recuperación de la inversión.

TABLA 4.2 SISTEMA ACTUAL

No.	Sistema	cantidad	Potencia unitaria Kw.	Potencia total Kw.	Tiempo de uso		Consumo total Kw/h
					hr/día	día/mes	
1	2 X 75	74	0.183	13.542	12	22	3575.044
2	2 X 40	153	0.097	14.932	12	22	3942.048
3	4 X 40	6	0.195	1.171	12	22	309.196
4	4 X 20	1	0.097	0.097	12	22	25.766
5	REFLECTOR	9	0.400	3.6		30	1296.000
TOTAL:		243	—	33.342	—	—	9148.054

Tabla 4.3 INVERSION TOTAL CON ELEMENTOS AHORRADORES.

	Precio /unidad \$	Cantidad	Total \$
Lámpara 60 Watts T - 12	23.5	84	1974.00
Lámpara 34 Watts T - 12	19.4	225	43650.00
Reflector especular P/60	236.25	76	17955.00
Reflector especular P/34	173.25	83	14379.75
Balastro 2 X 60	201.3	42	8454.60
Balastro 2 X 34	105.0	117	12285.00
Total			\$98 698.35

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
IV.- Propuesta de ahorro de energía.

El desarrollo de la recuperación presenta los siguientes puntos.

$$\text{Kw. de ahorro} = \text{Kw. actuales} - \text{Kw. propuesto}$$

$$\text{Kw. de ahorro} = 33.342 \text{ Kw.} - 18.672 \text{ Kw.}$$

$$\text{Kw. de ahorro} = 14.670$$

$$\text{Consumo ahorro} = \text{Consumo actual} - \text{Consumo propuesto}$$

$$\text{Consumo ahorro} = 9148.054 - 5164.735$$

$$\text{Consumo ahorro} = 3983.319 \text{ Kw/h}$$

$$\text{Precio medio} = (\text{Importe } \$) / (\text{Consumo Kw/h})$$

$$\text{Precio medio} = 1.07$$

$$\text{Ahorros } \$ \text{ mensuales} = (\text{Consumo ahorro}) \times (\text{Precio medio})$$

$$\text{Ahorros } \$ \text{ mensuales} = \$ 4262.151$$

$$\text{Ahorros } \$ \text{ anuales} = \$ 51 145.812$$

$$\text{Recuperación} = \text{Inversión} / \text{Ahorros anuales}$$

$$\text{Recuperación} = 98 698.35 / 51 145.812$$

$$\text{Recuperación} = 1.92 \text{ años}$$

$$\text{Recuperación} = 2 \text{ años}$$

V.2.3.- ACCIONES CORRECTIVAS.

A).- Concientizar al personal y usuarios de la clínica en la necesidad de ahorrar energía, colocando propaganda dentro de las instalaciones y dando pláticas al respecto.

B).- Señalización de tableros indicando el área que controla cada pastilla, además de la capacitación del personal encargado del control de iluminación.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
IV.- Propuesta de ahorro de energía.

C).- Colocación de interruptores para controlar el encendido o apagado (indicados en los planos de la propuesta).

D).- Substitución del sistema 2 X 75 por 1 X 60 Watts, con lámparas T - 12 blanco frío, cuyo flujo luminoso es de 6100 lúmenes, reflector especular (reflectancia del 95 %) y con balastro, colocando un balastro por cada dos lámparas.

E).- Substitución del sistema 4 X 40 por 2 X 60 con lámpara T - 12 blanco frío y balastro ahorrador de energía.

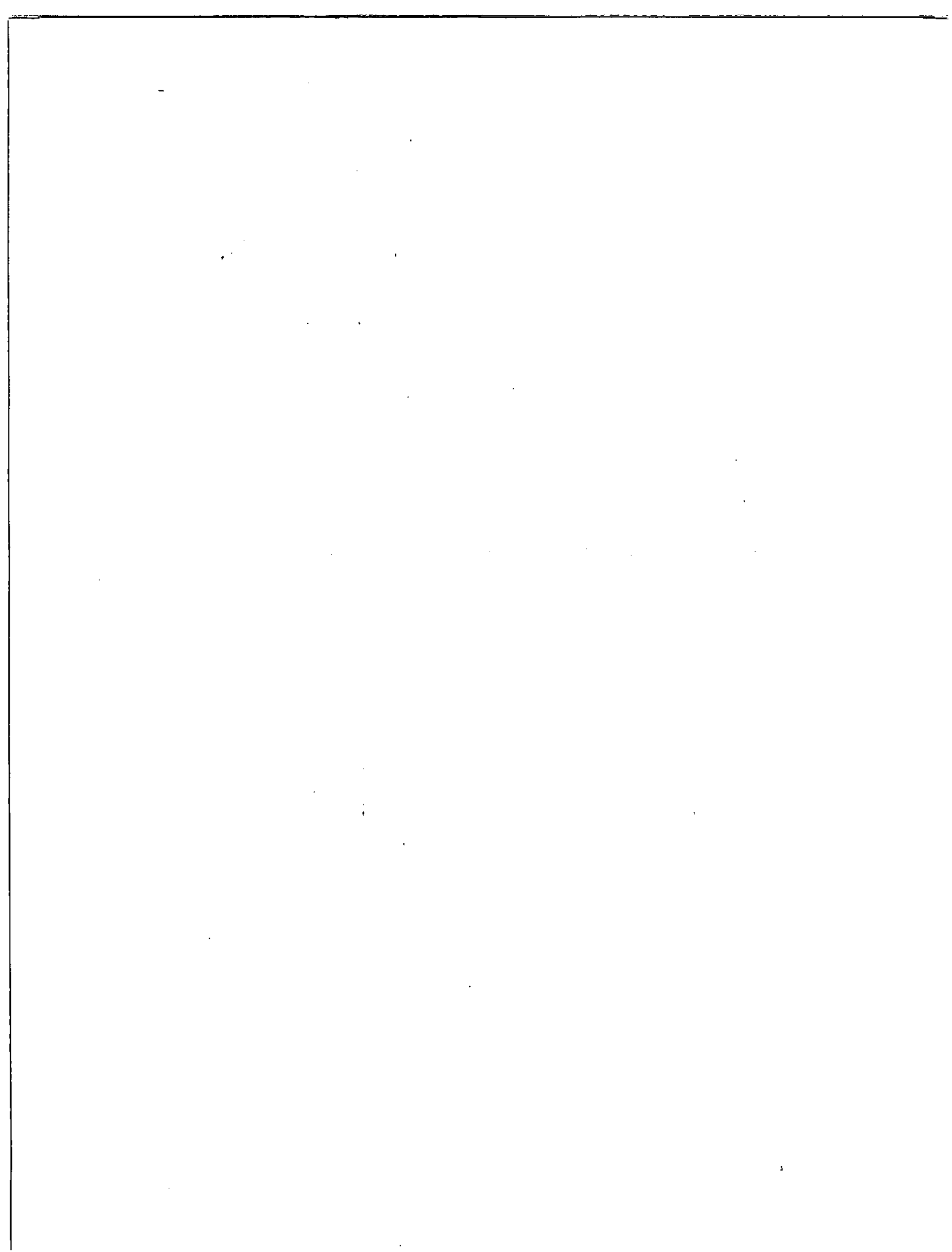
F).- Substitución de sistema 4 X 20 por 2 X 34, con lámpara T - 12 blanco frío y balastro ahorrador de energía.

G).- Substitución del sistema 2 X 40 por 2 X 34 y 1 X 34 (como lo indica el plano propuesto), con lámpara T -12, blanco frío y balastro ahorrador, compartiendo un balastro por cada dos lámparas en el caso del sistema 1 X 34.

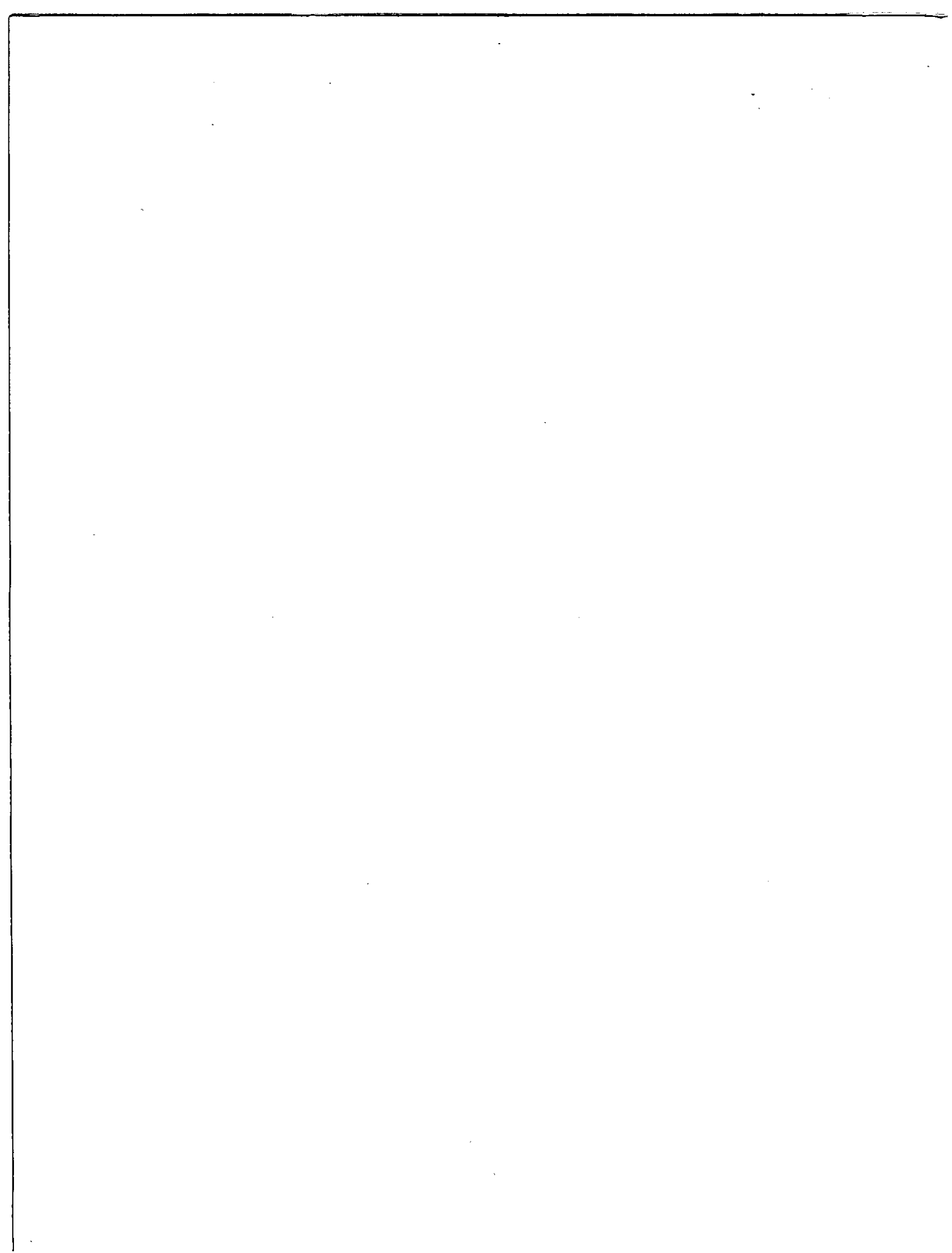
En la tabla 4.4 se presenta el sistema que se propone en esta clínica.

TABLA 4.4 SISTEMA PROPUESTO

No.	Sistema	cantidad	Potencia unitaria Kw.	Potencia total Kw.	Tiempo de uso		Consumo total Kw/h
					hr/día	día/mes	
1	2 X 60	4	0.146	0.585	12	22	132.598
2	1 X 60	76	0.066	5.061	12	22	1336.262
3	2 X 34	80	0.082	6.636	12	22	1752.115
4	1 X 34	74	0.037	2.790	12	22	747.760
5	REFLECTOR	9	0.400	3.6		30	1296.000
TOTAL:		243	—	18.672	—	—	5164.735



**IV.3.- PLANOS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA
CON ELEMENTOS AHORRADORES DE
ENERGÍA.**



CONCLUSIONES

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica.

IV.- Propuesta de Ahorro de Energía.

Podemos concluir que la propuesta del reacondicionamiento de iluminación fue supervisado por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (F.I.D.E.); se acudió a este instituto para que la propuesta se aproximará lo más cercano a un estudio consciente y profesional que realiza esta dependencia, quedando satisfechos más que nada por que se aprendió los pasos que realiza el F.I.D.E. para las propuestas que presentan con proyectos reales.

La presente tesis se realizó buscando la aplicación real de la propuesta mencionada, para lo cual, no solo se busco información en libros, sino que también se acudió a exposiciones buscando catálogos actualizados que nos proporcionarán la información técnica de lo más vanguardista en cuanto al ahorro de energía se refiere.

Se acudió también al Fideicomiso de ahorro de energía para obtener información y asesoría, ya que este organismo se ha encargado de hacer las propuestas y aplicaciones en diferentes lugares como lo son: la Cámara Nacional de la industria de la Construcción, Mexicana de Aviación, edificio ISSSTE entre otros, por lo cual consideramos que ésta propuesta de ahorro es totalmente aplicable, con la seguridad de que se obtendrán considerables ahorros en la clínica odontológica.

Esta propuesta es una de tantas que podrían hacerse, ya que como se menciona en el capítulo cuatro, una propuesta puede ser muy sencilla; como lo es la capacitación del personal y la señalización de interruptores en el tablero, hasta muy compleja como la sustitución de todas las luminarias.

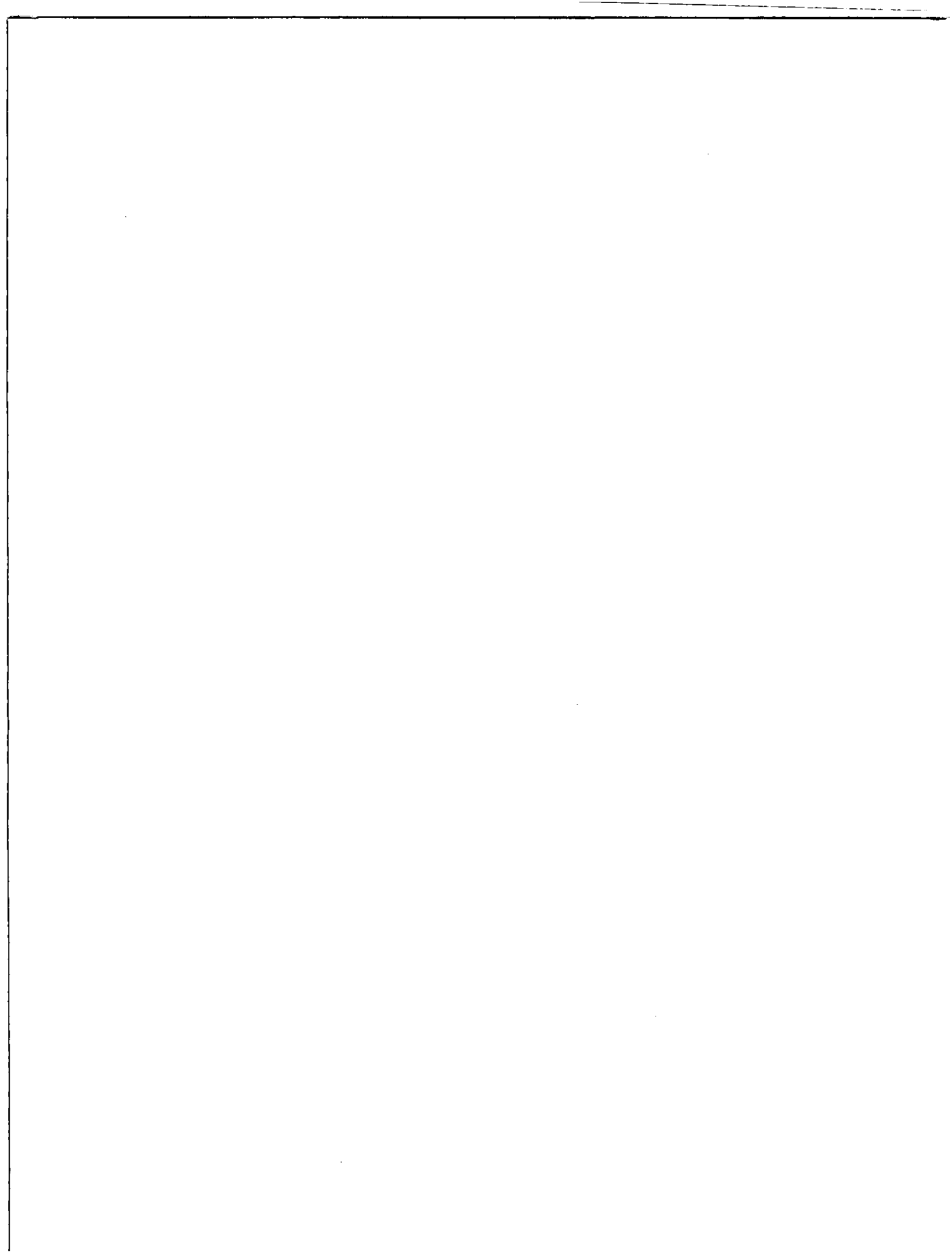
El proyecto realizado además del ahorro de energía eléctrica, permitirá la reducción de los gastos de mantenimiento por iluminación, ya que se disminuyo el número de lámparas instaladas. Adicionalmente conlleva una reducción de la temperatura interna, mejorando el confort y sobre todo el de cubrir las necesidades de iluminación de los consultorios principalmente.

Bajo ciertas condiciones de eficiencia de las luminarias es posible disminuir hasta un 50 % la carga instalada en alumbrado mediante la instalación de reflectores especulares de aluminio. Aun cuando la instalación de reflectores especulares pudiera representar una fórmula sencilla, se recomienda que antes de tomar una decisión, se comparen las curvas fotométricas de los luminarios que se instalen y de los propuestos, a fin de tener la seguridad de su buen funcionamiento.

Nosotros proponemos, la señalización y capacitación del personal, pero también buscamos aprovechar lo que actualmente se tiene como son: los gabinetes y bases de las lámparas sustituyendo solamente los balastos y lámparas, por unas de mayor eficiencia, con lo cual se logra ahorrar energía con un tiempo de recuperación de la inversión de aproximadamente 2 años.

Propuesta de ahorro de energía en el sistema de iluminación de una clínica odontológica
IV.- Propuesta de ahorro de energía.

Se pone de manifiesto la ventaja de invertir en materiales y equipos destinados al ahorro de energía eléctrica, ya que el beneficio económico permite recuperar la inversión en un período inferior a tres años.



GLOSARIO DE ILUMINACION

A

ABSORCION.- Proceso por el cuál el flujo incidente es disipado dentro de un medio. Es la transformación de la energía radiante en otro tipo de energía por interacción con la materia.

ABSORCIÓN (FACTOR).- El factor de absorción es la relación entre el flujo absorbido y el flujo incidente.

ACOMODACIÓN.- Es la capacidad del ojo humano para ajustarse automáticamente a las distintas distancias de los objetos observados, enfocándolos y obteniendo una imagen nitida.

ADAPTACION.- Proceso por el cuál la retina se acopla a una iluminación mayor o menor a la que se expone durante un periodo inmediato. Es el resultado de un cambio en la sensibilidad del ojo a la luz.

AGUDEZA VISUAL.- La habilidad para distinguir detalles finos. Cuantitativamente, el recíproco del tamaño angular en minutos, del detalle crítico que es suficientemente grande para ser visto.

ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL PISO (MH).- Es la distancia del piso al centro de luz del luminario o al plano del techo donde está empotrado al equipo.

ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL PLANO DE TRABAJO (MH wp).-

Es la distancia del plano de trabajo al centro de la luz del luminario o al plano del techo donde está empotrado el equipo.

ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ.- Ángulo correspondiente a la emisión de luz de un proyector, en que la intensidad luminosa es superior a un determinado porcentaje de la intensidad máxima, generalmente 10 a 50%.

ANGULO CUT-OFF (de un luminario).- El ángulo medido sobre el nadir, la

abscisa y la primera línea de señal en donde la luz no es visible.

ANGULO DE RESGUARDO (de un luminario).- El ángulo formado entre la línea horizontal a través del centro de luz y la línea visual que permite ver la lámpara.

ÁNGULO SÓLIDO.- Ángulo subtendido en el centro de una esfera por una área de superficie numéricamente igual al cuadrado del radio. Unidad estereorradian, (sr).

ANGULO VISUAL.- Es el ángulo al cuál un objeto o detalle subtende el punto de observación. Usualmente se mide en minutos de arco.

APAGADORES.- Son elementos de control para luminarios o equipos portátiles usados en las instalaciones eléctricas, con el fin de aprovechar óptimamente el consumo de energía eléctrica y proporcionarle flexibilidad.

B

BALASTO.- Dispositivo de estabilización de la descarga eléctrica necesario para el funcionamiento de las lámparas de descarga. También suele denominarse reactancia.

BRILLANTEZ.- Es la Intensidad luminosa sobre una superficie en una dirección dada, vista en esa dirección.

BRILLO.- Es la sensación producida por luminancias que están dentro del campo visual y que son superiores a la luminancia a lo cual los ojos están adaptados para experimentar molestias o pérdidas en la capacidad visual y de visibilidad.

BRILLO DIRECTO.- Es el brillo resultante de la alta luminancia o el inadecuado conjunto óptico a la alta brillantez del área.

BRILLO REFLEJADO.- Es el brillo resultante de la reflexión especular de alta brillantez de una superficie pulida o brillante en el

campo visual. Generalmente es asociado con las reflexiones provenientes de un trabajo visual o en áreas próximas a la zona que está mirando.

C

CALIDAD DE LA ILUMINACION.-

Es la distribución de la brillantez y el rendimiento del color en el medio ambiente visual. El término es utilizado en el sentido positivo e implica que esos atributos contribuyen favorablemente al medio ambiente visual, el confort visual, fácil visión, seguridad y estética para el trabajo visual específico considerado.

CAMPO VISUAL.- Es la visión del objeto o punto en el espacio que puede ser percibido, cuando la cabeza y los ojos se mantienen fijos. El campo puede ser monocular o binocular.

CANDELA Cd.- Unidad de intensidad luminosa; una candela esta definida como la intensidad luminosa proyectada en una superficie de $1/600,000\text{m}^2$ por un radiador de cuerpo negro a la temperatura de solidificación del platino (puede ser sustituida por una candela potencia).

CANDELA POTENCIA Cp.- Es la intensidad luminosa expresada en candelas (puede ser sustituida por candela potencia).

CAVIDAD DEL LOCAL.- Es la cavidad formada por el plano de los luminarios, el plano de trabajo y la superficie de las paredes entre estos dos pisos.

CAVIDAD DE PISO.- Es la cavidad formada por el plano de trabajo, el piso y las superficies de las paredes entre estos dos planos.

CAVIDAD DE TECHO.- Es la cavidad formada por el techo, el plano del luminario y las superficies de las paredes entre esos dos planos.

CEBADOR.- Dispositivo para encender una lámpara de descarga (especialmente fluorescente) que provee el precaldeo necesario de los electrodos o provoca una sobretensión momentánea en combinación con el balasto en serie.

COEFICIENTE DE UTILIZACION

(CU).- Es la relación del flujo luminoso (lumens) sobre el plano de trabajo y los lumens emitidos por la lámpara.

COLOR.- Véase índice de rendimiento de color y temperatura de color.

CONTRASTE.- Estimación subjetiva de una diferencia de luminosidad. Se conoce como contraste de luminancias la diferencia de iluminancias entre la tarea y el fondo, expresado en proporción a la luminancia de fondo.

CRITERIO DE ESPACIAMIENTO

(SC).- Es la relación de espaciamiento de luminarios a su altura de montaje, que proporciona la misma iluminación a la mitad del camino entre dos luminarios adyacentes o en el centro de cuatro luminarios, tal como se proporciona directamente abajo del luminario.

CUERPO NEGRO.- Radiador térmico que absorbe completamente la radiación incidente, cualquiera que sea su longitud de onda, dirección de incidencia o polarización.

D

DEPRECIACIÓN (FACTOR).- El inverso del factor de mantenimiento.

DESLUMBRAMIENTO.- Pérdida de facultades visuales por parte de un observador como consecuencia de recibir estímulos excesivamente intensos. La pérdida de facultades se manifiesta por: ♦Disminución de agudeza visual. ♦Aumento del contraste mínimo perceptible. ♦Aumento del tiempo de percepción, acomodación y reacción.

DICROICO.- Reflector multicapa que permite reflejar radiaciones de una cierta longitud de onda y transmitir las de otra. Se utiliza para lámparas de colores determinados, así como para lámparas que eliminan la radiación infrarroja (calor) y emiten luz «fria».

DIFUSOR.- Es un artificio para redirigir o dispersar la luz de una lámpara primeramente por el proceso de transmisión difusa. Cambio del

reparto espacial de un haz de luz, que es desviado en múltiples direcciones por una superficie o por un medio.

DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL.- Forma en que el flujo radiante, flujo luminoso u otra cantidad varía con la longitud de onda o frecuencia. La distribución espectral de una lámpara indica las características de luz que emite.

E

EFICACIA LUMINOSA.- Indica el rendimiento con que una determinada fuente de luz convierte la energía eléctrica en energía luminosa. Se obtiene dividiendo el flujo luminoso en lúmenes producido por una determinada lámpara por su potencia, en vatios. Su unidad es por lo tanto, el lm/W.

EFICIENCIA DEL LUMINARIO.-

Es la relación entre el flujo luminoso emitido por el luminario entre el flujo de lámpara o lámparas que contenga.

F

FACTOR DE DEPRECIACION DE LOS LUMENES DE LAMPARA

(LLD).- Es una constante para ser usada en los cálculos de iluminación, que relaciona los lumens iniciales emitidos por una lámpara, a los proporcionados por una lámpara en un momento determinado de su vida. Estos valores se obtienen en las tablas que proporcionan los fabricantes de lámparas.

FACTOR DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD DEL LUMINARIO

(LDD).- Es una constante para ser usada en los cálculos de iluminación, que relaciona la iluminación inicial proporcionada por un luminario nuevo y limpio, a la proporcionada por un luminario sucio. Este factor se obtiene en las tablas que proporciona cada fabricante. Es conveniente instituir un programa de limpieza de los luminarios.

FACTOR DE MANTENIMIENTO

(MF).- Es el producto del factor de depreciación de los lumens de lámpara por el factor de depreciación por suciedad del luminario ($MF = LLD \times LDD$). Para cálculos de interiores, el MF

puede también incluir el efecto de la depreciación de las reflectancias sobre las paredes, techo y piso.

FACTOR DE REFLEXION.- Ver reflectancia.

FALTA DE CONFORT POR BRILLO.- El brillo que produce la falta de confort. El cuál no necesariamente interfiere con el desempeño.

FLUJO DIRECTO.- Es el flujo luminoso que llega directamente al plano de referencia desde las luminarias.

FLUJO INDIRECTO.- Es el flujo luminoso que llega al plano de referencia desde las luminarias.

FLUJO LUMINOSO.- Es la cantidad de luz emitida por una fuente de luz en cualquier dirección, por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm).

FOOTCANDLE (Fc).- Es la unidad de iluminación cuando el pie es la unidad de longitud; la iluminación sobre el área de una superficie de un pie cuadrado uniformemente distribuido al flujo de un lumen, es igual a un lumen por pie cuadrado.

FOOTLAMBERT (FI).- Es la unidad de luminancia (brillantez fotométrica) igual a $1/\pi$ candelas por pie cuadrado o la luminancia uniforme emitida por una superficie difusa perfecta o la reflexión de luz de un lumen por pie cuadrado o el promedio de luminancia de una superficie emitiendo o reflejando ese valor. El promedio de luminancia de una superficie que refleja un footlambert es por tanto, el producto de la iluminación en footcandles por la reflectancia luminosa de una superficie.

FULGURACIÓN.- Producción de lesiones en el cuerpo humano, debidas a descargas eléctricas (quemaduras, calambres, fibrilación cardíaca). Se emplea también el término "electrocución".

G

GETTER.- Material sólido, generalmente metal, que se coloca en el interior de las lámparas para absorber las impurezas gaseosas que se producen durante el funcionamiento de la lámpara por evaporación de los filamentos o de los electrodos.

H

HECTOLUX.- 100 luxes.

I

ILUMINACION (iluminancia) E.-

Es la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie; es el cociente que resulta de dividir el flujo entre el área de la superficie, cuando el flujo esta uniformemente distribuido.

IMPOTENCIA DEL BRILLO.-

Es cuando el brillo reduce el desempeño visual, la visibilidad y que frecuentemente esté acompañado con desconfort.

INCREMENTO DEL UMBRAL.- Es el contraste extra necesario para volver a ver un objeto cuando existe deslumbramiento respecto a si no existiese deslumbramiento.

ÍNDICE DEL LOCAL.- Número que representa la geometría de una sala, utilizado en el cálculo del coeficiente de utilización o de la utilancia.

ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR (IRC ó Ra).- Es el grado de ajuste entre el aspecto coloreado de los objetos iluminados por la fuente de luz considerada y el de los mismos objetos iluminados por una fuente de referencia. Este índice se expresa por un número comprendido entre 0 y 100.

INTENSIDAD LUMINOSA.- Puede describirse como la fuerza de la luz en una dirección determinada. Mas técnicamente es el flujo luminoso emitido dentro de un cono en una dirección determinada dividido por el ángulo sólido de dicho cono.

INTERREFLECTANCIA.- La cantidad de lumens que llegan al plano de trabajo que han sido reflejados una o más veces como resultado de la teoría de la transformación del flujo.

L

LAMPARA.- Término genérico para las fuentes de luz creadas por el hombre. Por extensión, el termino es también utilizado para nombrar las fuentes que radian en las regiones adyacentes al espectro visible (una unidad de iluminación consiste de una lámpara cubierta, reflector, globo, carcaza u otros accesorios son también llamados "lámpara"). En cada caso para distinguir entre la unidad y la lámpara, esta última es llamada "bulbo" o "tubo", si ésta opera con energía eléctrica.

LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID).- Las lámparas de descarga de alta presión son: mercurio, aditivos metálicos y sodio alta presión.

LDD.- Ver factor de depreciación del luminario por suciedad dentro del factor de mantenimiento.

LLD.- Ver factor de depreciación de lúmenes de lámpara dentro del factor de mantenimiento.

LONGITUD DE ONDA.- Distancia en el sentido de la propagación de una onda periódica, entre dos puntos sucesivos, en los cuales la fase es la misma.

LUMEN (lm).- Unidad de flujo luminoso; igual al flujo contenido dentro de un ángulo sólido unitario (un estereoradian de una fuente puntual de una candela).

LUMINANCIA.- Existen dos tipos de brillo, uno es la sensación que presenta el ojo humano y que se denomina luminosidad y otro es el brillo fotométrico que puede ser medido y calculado y que se denomina luminancia.

LUMINARIO.- Es una unidad completa de iluminación compuesta de una lámpara o lámparas junto con las partes diseñadas para distribuir la luz, para posicionar y proteger las lámparas y conectarlas al sistema de potencia.

LUMINOSIDAD.- Véase brillo.

LUX, lx.- La unidad de iluminación cuando el metro es la unidad de longitud; igual a un lumen por metro cuadrado.

LUZ NEGRA.- Término utilizado para la radiación ultravioleta cercana al espectro visible. Generalmente se utiliza la banda entre 320 y 400 mm.

M

MANTENIMIENTO (FACTOR).- Relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo, después de un período determinado de utilización de la instalación de alumbrado y la iluminación media obtenida en las mismas condiciones, por la instalación nueva.

METAMERISMO.- Fenómeno por el que estímulos de color con diferentes espectros aparecen idénticos en ciertas condiciones visuales y distintos para otros observadores o iluminantes.

MF.- Ver factor de mantenimiento.

MH.- Ver altura de montaje sobre el piso, sobre el plano de trabajo.

P

PLANO DE TRABAJO.- El plano en el cual el trabajo se realiza y al cual la iluminación está especificada y medida. A menos que se indique de otra manera; se supone que es el plano horizontal, al nivel del trabajo.

PRIMERA LINEA DE APUNTAMIENTO.- La línea que une al punto de observación y el punto fijado (punto de observación: la mitad del punto de la línea base que une los centros de rotación de los ojos).

R

REFLECTANCIA (p).- Es la relación del flujo reflejado por una superficie o medio donde incide el flujo. Este término generalmente debe ser restringido para el uso de uno o más de los

siguientes adjetivos: Regular (especular), difuso o espectral.

REFLECTANCIA EFECTIVA DE LA CAVIDAD DE PISO (PFC).-

La reflectancia efectiva de toda el área bajo el plano de trabajo visto desde la cavidad del local.

REFLECTANCIA EFECTIVA DE LA CAVIDAD DE TECHO (PCC).-

La reflectancia efectiva de toda el área arriba del plano de los luminarios vistos desde la cavidad del local.

REFLECTOR.- Artefacto usado para redirigir el flujo luminoso de una lámpara por el proceso de reflexión.

REFLEXION.- Es el fenómeno mediante el cual el flujo sale de una superficie o medio desde el lado incidente.

REFLEXION ATENUADA.- Es la reflexión normal que está sobrepuesta a las reflexiones difusas desde un objeto, que parcial o totalmente oscurecen los detalles al reducir el contraste. Es llamado algunas veces brillo reflejado.

REFLEXIÓN DIFUSA.- Difusión por reflexión caracterizada (en una escala macroscópica) por la ausencia de reflexión regular.

REFLEXIÓN ESPECULAR.- Reflexión sin difusión de la luz, de acuerdo con las leyes de la óptica (como en un espejo).

REFRACCION.- Proceso por el cual la dirección de un haz de luz cambia, pasando oblicuamente de un medio a otro y su velocidad es diferente. Cambio de la dirección de programación de la luz al atravesar un medio translúcido o transparente.

REFRACTOR.- Artefacto utilizado para redirigir el flujo luminoso de una lámpara, primariamente por el proceso de refracción.

RELACION.- Ver relación de cavidad, relación de luminancia, relación de brillantez.

RELACION DE LUMINANCIA

(brillantez).- Es la relación entre luminancia de dos áreas cualesquiera dentro del campo visual.

RENDIMIENTO LUMINOSO.- Véase Eficacia Luminosa.

RENDIMIENTO LUMINOSO DE UNA LUMINARIA.- Relación entre el flujo luminoso de una luminaria medida bajo condiciones de trabajo y la suma total del flujo luminoso de las lámparas funcionando fuera de la luminaria (bajo condiciones específicas).

RENDIMIENTO ÓPTICO DE UNA LUMINARIA.- Relación entre el flujo luminoso emitido, medido bajo condiciones específicas y la suma del flujo luminoso de las lámparas cuando están colocadas en la luminaria.

RHO (ρ).- Ver reflectancia.

S

S/MH.- Ver criterio de espaciamiento.

T

TRANSMISION.- Es el proceso mediante el cual un flujo incidente deja una superficie o medio en un lado diferente al incidente.

TEMPERATURA DE COLOR (K).- Es la temperatura de color del cuerpo negro en la que la apariencia de color es similar a la de la fuente considerada. Sino se trata de una fuente de luz que se emite por termorradiación (lámparas incandescentes), se debe de utilizar el concepto de temperatura de color correlacionada.

TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA. Temperatura de color que corresponde al punto del lugar geométrico de Planc que está más próximo al que representa la cromaticidad del iluminante considerado.

U

UNIFORMIDAD.- Es la relación del nivel de iluminación máximo a mínimo para interiores y áreas; promedio a mínimo en alumbrado público. Variación de la iluminancia expresada como relación entre la máxima y la mínima e entre la máxima y la media.

UTILANCIA.- Relación entre el flujo luminoso que llega al plano de referencia y el flujo que sale de una luminaria.

V

VALOR DE LA BRILLANTEZ.- Ver relación de luminancia.

VISIBILIDAD.- La calidad percibida por el ojo. En aplicaciones exteriores, la visibilidad está definida en términos de la distancia a la cual un objeto puede ser percibido por los ojos. En aplicaciones interiores se define en términos de contraste ó la medida estándar de un objeto de prueba, observado en condiciones estándares de visión, conservando el mismo punto de partida que el del objeto dado.

VISION DE UN TRABAJO.- Aquellos objetos que deben ser vistos para el desempeño de una actividad dada, incluyendo los antecedentes inmediatos de los detalles u objetos.

VISION PERIFERICA.- Todas las partes del campo visual excepto aquellas dirigidas al trabajo.

Bibliografía

Guía para el ahorro de energía en la industria. Uso eficiente de energía en la industria.

Secretaría de Energía e Industria paraestatales.

Bases para el ahorro de energía en la industria.

CONAE.

Técnicas y aplicaciones de la iluminación.

Luis C. Fernández Salazar, Jaime De Landa Amezcua.
McGrawHill.

Norma oficial Mexicana; NOM-001-SEMP1994.

Instituto Politécnico Nacional.

El ABC de las instalaciones eléctricas industriales.

Gilberto Enriquez Harper.
Limusa.

Catálogo general de especificaciones PHILLIPS 1998.

Manual práctico de instalaciones eléctricas domésticas de granjas e industrias.

H. P. Richter & W. Creighton Schwan.
Continental.

Diplomado en iluminación eficiente y su control en edificios no residenciales.

Facultad de Ingeniería. División de educación continua.

Iluminación interior, principios, diseño y aplicaciones.

Facultad de Ingeniería. División de educación continua.

Instalación de puesta a tierra.

Vittorio Re.
Marcombo.

Manual del alumbrado, Westinghouse.

Editorial Dossat.

Acute and long term bioeffects and lamp safety.

F. Alan Andersen 1980.

IES Lighting Handbook

1981 Reference Volume.

Illuminating Engineering Society of North America.

Kaufman Jhon E.

The lighting Primer.

Boylan Bernard R.

Balance Nacional de Energía 1996.

Secretaría de energía.

Normas VDE 0100 de protección eléctrica.

Horning Schneider.

Domine autocad 12 para dos y Windows.

José Luis Cogollor Gomez
Addison Wesley Iberoamericana.