



Figura 1



Figura 2

DESDE un punto de vista general, la importancia del binomio luz-visión, se pone de manifiesto por el hecho de que la mayoría de la información que recibe el hombre se realiza a través de la visión. En este sentido, estudios realizados han demostrado que el 50 por 100 del gasto energético sufrido por el sistema nervioso del hombre en cualquier actividad laboral, es debida a su órgano de visión, incrementándose éste, en el caso de que cualquiera de estos dos elementos que forman dicho binomio no se trate correctamente.

En este artículo, abordaremos el estudio de la iluminación de una parcela laboral concreta: oficinas.

Este estudio abordará la iluminación, no a partir de la justificación de su papel predominante dentro del desgaste psicofísico de las personas, sino a partir del tratamiento lumínico, estableciéndose los parámetros que intervienen en la calidad del alumbrado, referido a una parcela del mundo laboral: la administración.

CALIDAD DEL ALUMBRADO

Los parámetros que intervienen en la calidad de un buen alumbrado de oficinas, se pueden globalizar en los siguientes apartados:

- Obtención de un buen confort visual.

ALUMBRADO

- Integración con el ambiente del entorno.
- Explotación rentable.
- Cumplir con las reglamentaciones vigentes.

ANTONIO AURORA GARCIA

Jefe del Servicio de Estudios y Aplicaciones de la luz CGEE MAZDA.

CONFORT VISUAL

Dada la variedad de los trabajos realizados en las oficinas, lectura, escritura, mecanografía, dibujo, etcétera, el confort visual dependerá del:

- grado de percepción visual,
- precisión de la tarea;
- rapidez con que se realiza;
- duración de percepción;

Todos estos elementos definen los parámetros que van a condicionar el confort visual idóneo, que se pueden resumir en:

- Nivel de iluminación adecuado a la tarea.
- Fuente luminosa, que proporcione una calidad de luz apropiada, en consonancia con el ambiente que se quiere obtener.
- Luminaria que no produzca ningún deslumbramiento molesto y cuya fotometría asegure un buen equilibrio de luminancias en el local.
- Implantación adecuada de las luminarias.

Nivel de Iluminación

Teniendo en cuenta que los emplazamientos de los puestos de trabajo generalmente se desconocen y que pueden variar con el tiempo, la uniformidad en todo el local deberá ser por lo menos igual a 0,7. Sin embargo, en el caso de despachos colectivos que requieran niveles de iluminación superiores a 500 lux en servicio, y si los emplazamientos de los puestos de trabajo se conocen, es interesante, desde el punto de vista económico, proyectar el alumbrado de manera que el nivel de iluminación idóneo se consiga solamente en las superficies de trabajo. En estos casos, los niveles alcanzados en las zonas que rodean a los puestos de trabajo no deben ser inferiores a la tercera parte de los obtenidos sobre éstos.

Desde el punto de vista psicológico, el nivel de iluminación en las oficinas paisajísticas (figura 1) debe ser superior, a igualdad de tarea a realizar, con el obtenido para despachos de pequeña superficie (figura 2).

En el proyecto de la iluminación hay que tener en cuenta que el nivel

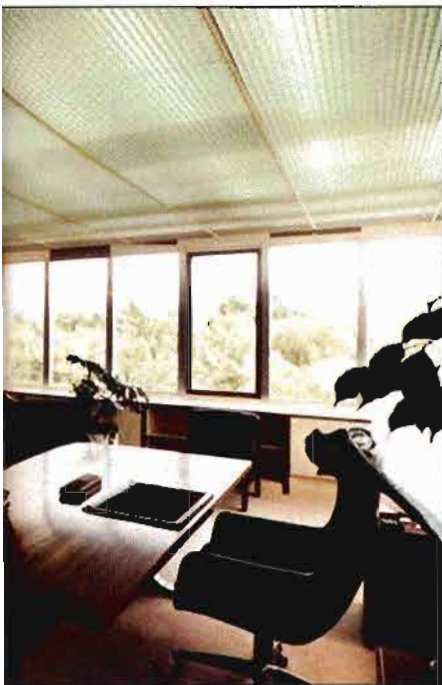


Figura 3

DE OFICINAS

de iluminación de un local varía con el tiempo, ya que:

- el flujo luminoso emitido por las fuentes luminosas disminuye en función del tiempo de funcionamiento;
- el ensuciamiento de los aparatos aumenta con el tiempo;

— la tasa de mortalidad de las fuentes luminosas desempeña un papel importante en la proximidad de la duración de la vida en éstas.

Por tanto, es conveniente realizar una instalación que nos dé al principio (al cabo de cien horas, cuando

las fuentes están estabilizadas) un nivel de iluminación (E_{100}) superior al adecuado a la tarea visual requerida (E_M).

Este factor multiplicador d , que permite pasar de E_M a E_{100} ($E_{100} = E_M \times d$), recibe el nombre de factor de depreciación es función de:

- las fuentes utilizadas,
- ensuciamiento del local,
- condiciones de utilización,
- mantenimiento adoptado en la instalación.

En la tabla 1 se dan los diferentes valores del factor de depreciación para un mantenimiento anual.

A modo de ejemplo, para los des-pachos en los que se utilizan tubos fluorescentes y con un grado de ensuciamiento normal, en condiciones normales de utilización, el valor a tomar para el factor de depreciación es del orden del 1,25.

Fuentes luminosas

Las tareas realizadas en todos los tipos de oficinas, exigen una gran percepción visual, acorde con la obtención de ambientes adecuados.

Por tanto, es importante elegir una fuente luminosa con una calidad de

Tabla I

Grado de suciedad d_1	Factor de depreciación $d = \frac{1}{d_1} \times \frac{1}{d_2}$	
	Luminarias corrientes	Luminaria especialmente estudiada para las condiciones consideradas
Débil	0,80	0,90
Medio	0,72	0,80
Grande	0,64	0,70
— Para lámparas cuya sustitución se realiza al 80 por 100 de su vida útil		
	Tipo de lámparas d_2	Factor de depreciación
	Incandescencia normal	0,90
	Incandescencia de halógenos	0,95
	Lámparas fluorescentes	0,85
	Vapor de mercurio de balón fluorescente	0,85
	Halogenuros metálicos	0,85
	Vapor de sodio, alta presión	0,90

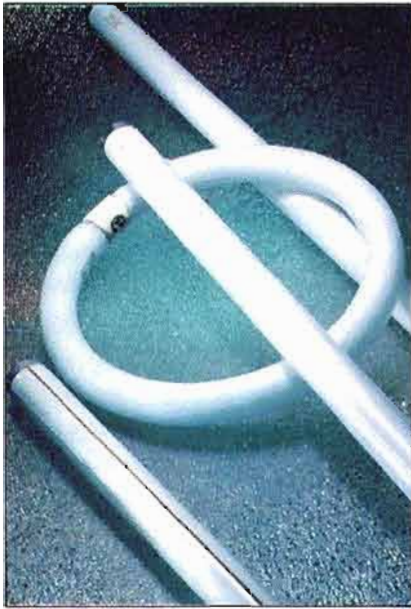


Figura 4

luz adecuada, que permita al ojo funcionar en buenas condiciones. Por este motivo, serán aconsejables fuentes luminosas cuya luz producida tenga un índice de rendimiento en color (IRC), por lo menos igual a 85. Un rendimiento en color inferior produciría inevitablemente una rápida fatiga, defectos de percepción y esfuerzos oculares importantes, provocando dolores de cabeza, malestar de ojos e importante disminución del grado de percepción visual.

La elección adecuada de la fuente luminosa desempeña un papel predominante en la obtención de un ambiente agradable, psicológicamente adoptada por los usuarios. Por ello, la temperatura de color de las fuentes utilizadas en la iluminación de interiores tiene que estar comprendida entre 2.700 °K y 4.000 °K.

A modo de ejemplo (figura 4), citaremos los colores de luz particularmente indicados en la iluminación de oficinas:

a) Lámparas que proporcionan un ambiente cálido similar al existente en los hogares*:

- incandescentes estándar (2.700 °K);
- incandescentes de halógeno (3.000 °K);
- fluorescentes INCANDIA (3.000 °K).

b) Lámparas que crean un ambiente acogedor idóneo para las relaciones públicas, realzando, asimismo, el aspecto de los usuarios:

- fluorescentes AVIVA (3.800 K).

c) Lámparas que proporcionan un color neutro:

- fluorescentes blanco BRILLANTE LUJO (3.800 K).

Las características de las lámparas utilizadas en estos tipos de iluminación se indican en la tabla II.

Luminaria

La elección de la luminaria se realiza de forma que no produzca ningún deslumbramiento molesto.

Dado que el grado de incomfort es función del grado de percepción visual de la tarea y del nivel de iluminación, la elección de la luminaria se realiza en función de estos dos parámetros.

* Nota de la redacción

Se utiliza la nomenclatura empleada en la firma del autor del artículo, pudiéndose establecer relación de estos datos con los facilitados por otros fabricantes.

INTEGRACION EN LA ARQUITECTURA

En todos los casos, el alumbrado debe integrarse en el conjunto arquitectural y decorativo, participando en la creación de un volumen que responde a los perfiles ergonómicos de los distintos puestos de trabajo situados en el local. (figura 3).

En el caso particular de los *despachos individuales*, el alumbrado debe integrarse de una manera más amplia en la decoración de la pieza y adaptarse a la psicología y los gustos del usuario. Estos despachos pueden iluminarse en varias zonas (despacho, mesa de conferencias, cuadros, decorado, etcétera), evitando las zonas con pequeño nivel de iluminación que crearían un excesivo contraste entre la tarea visual y el entorno.

EXPLOTACION ECONOMICA

Dada la crisis energética que actualmente padece el mundo, que motiva que los costes de la misma se hayan incrementado en los últimos años, hace aconsejable el diseño de las instalaciones de alumbrado, de forma que su explotación sea lo más rentable posible, sin alterar la calidad de la misma, es decir, conservando los niveles de iluminación adecuados a las diferentes tareas a realizar.

Lo indicado anteriormente conduce a considerar en cada instalación los siguientes elementos:

- Elección de fuentes luminosas de alta eficacia luminosa (lm/w).
- Utilización de luminarias con buen rendimiento fotométrico.
- Adoptar un plan de mantenimiento de la instalación, de acuerdo con su utilización y con la economía de la misma.

Tabla II

Lámparas	Temperatura de color	IRC	Iluminación mínima	Eficacia luminosa
Incandescentes				
Estándar	2.700 °K	100	100 lux	10 a 15 lm/w
Halógenos	3.000 °K	100	150 lux	20 a 25 lm/w
Fluorescentes, colores «de lujo» tradicionales				∅ 38 mm
Luz de día	6.300 °K	90	500 lux	50 a 52,5 lm/w
Harmonía	5.000 °K	90	300 lux	
Bianco brillante	3.800 °K	85	200 lux	
Aviva	3.800 °K	90	200 lux	
Incandia	3.000 °K	85	150 lux	
Fluorescentes última generación				∅ 28 mm
Bianco brillante	4.000 °K	85	300 lux	96 lm/w
Incandia	3.000 °K	85	300 lux	

Estos parámetros son facilitados por los fabricantes y son similares a los indicados en la tabla II.

CUMPLIMIENTO DE LAS REGLAMENTACIONES VIGENTES

Desde un punto de vista de seguridad, así como de la fiabilidad de las instalaciones de alumbrado, éstas tienen que proyectarse y realizarse de acuerdo con la reglamentación vigente, es decir, al Reglamento de Baja Tensión, promulgado por el Ministerio de Industria y Energía, referente a:

- Alumbrado de seguridad.
- Implantación de los materiales utilizados.
- Protección de los usuarios.
- En ciertos edificios públicos de gran altura, la reacción al fuego de los materiales utilizados.

EJEMPLOS PRACTICOS

Como síntesis de todos los conceptos expresados anteriormente en la iluminación de oficinas, podemos establecer, a modo de ejemplos prácticos, las distintas soluciones lumotécnicas realizadas en diferentes locales, en función del trabajo a realizar en los mismos, y para unos coeficientes de reflexión de 0,7 para techo, 0,5 para paredes y 0,1 para suelos, que son los más frecuentemente encontrados en los locales considerados.

En cada iluminación particular, se indica:

1. Una selección de soluciones

a) El nivel de iluminación media recomendada en servicio (E_M) y al principio (a cien horas: E_{100}), para un local normalmente polvoriento y un mantenimiento óptimo.

b) Las fuentes y los aparatos más idóneos, que responden a los diferentes tipos de instalación:

- aparatos suspendidos;
- plafones
- empotrados (módulo de base 300)

Para cada uno de estos tipos se proponen dos soluciones en función de dos contextos económicos:

- solución tradicional, y
- solución económica de energía,

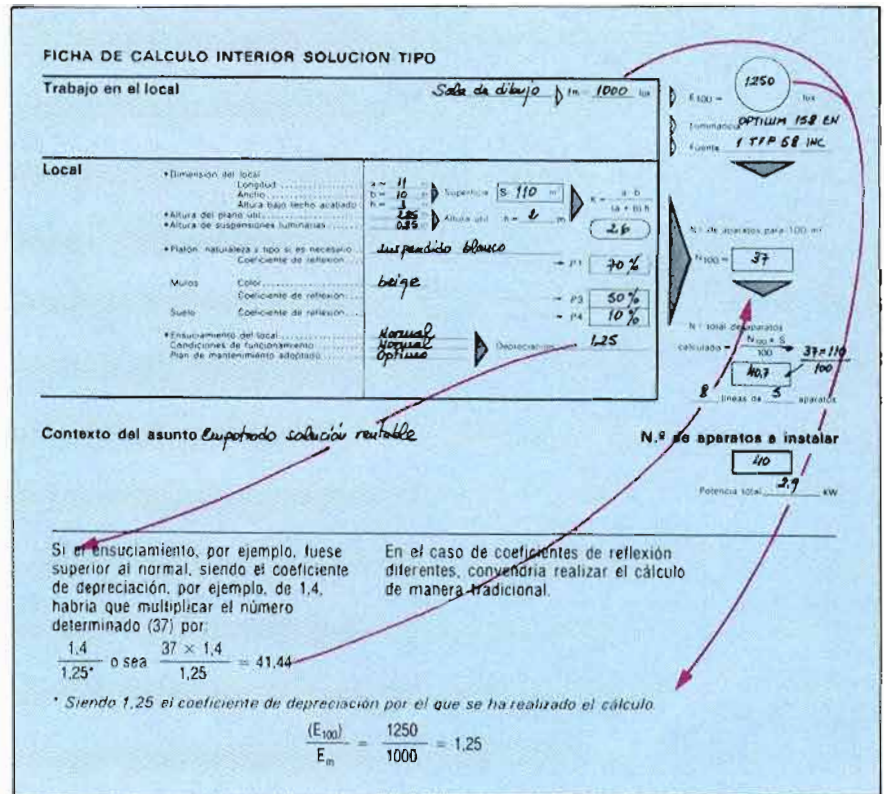


Figura 5

siendo la más idónea la enmarcada dentro del sombreado de color.

2. Un método de cálculo simplificado

Los cálculos demasiado simplificados (en vatio/m², por ejemplo) nos llevan a obtener errores importantes, ya que los niveles alcanzados por una misma «densidad de potencia w/m²» pueden variar fácilmente de 1 a 1,5. Estos errores provienen de diferencias en:

- la eficacia de las fuentes,
- el rendimiento de las luminarias,
- el reparto fotométrico de los aparatos,
- la forma de los locales,
- los coeficientes de reflexión de las paredes del local.

Con el fin de realizar cálculos rápidos y suficientemente precisos, se proponen «soluciones tipo» que facilitan la fiabilidad de éstos, en función de:

- los aparatos y las fuentes propuestas,
- los coeficientes de reflexión indicados,
- para tres índices de forma de locales distintos ($K = 0,6$; $K = 1,5$; $K = 5$), calculándose

estos índices mediante la expresión: $K = \frac{a \cdot b}{(a+b) \cdot h}$, siendo: a = longitud del local, b = ancho del local, h = altura útil (altura entre el plano de trabajo y el plano de las luminarias).

Para cada tipo de iluminación, se indica en la tabla correspondiente el número de luminarias a implantar para el nivel de iluminación recomendado y para una superficie de 100 m².

La superficie real del local permite calcular instantáneamente el número de luminarias elegidas a implantar.

La distancia máxima indicada entre centros de luminarias permite realizar una instalación con una uniformidad prevista de 0,7.

La potencia unitaria consumida por luminarias permite el cálculo de la potencia total consumida.

Con el fin de facilitar el estudio, se puede utilizar una ficha de cálculo similar a la indicada en la figura 5, en donde:

- la parte izquierda de la ficha, permite anotar todos los elementos necesarios en el estudio;
- la parte central permite realizar ciertos cálculos intermedios necesarios (superficie e índice del local K);

- la parte derecha permite:
- a) Anotar los elementos:
 - nivel de iluminación,
 - selección de la luminaria y de la fuente.
- b) Calcular:
 - el número de luminarias necesarias,
 - la potencia instalada.

Sala de dibujo

En estos tipos de locales, dado el alto grado de percepción visual que se requiere, es aconsejable obtener también un alto grado de confort visual.

Por ello, con el fin de eliminar cualquier reflexión sobre las mesas de dibujo, las luminarias a utilizar, de pequeña luminancia, se situarán en líneas paralelas al eje de visión de los usuarios en la posición de trabajo y sobre ejes laterales a las mesas (figura 6). En este caso, es necesario realizar un estudio profundo de la posición de las luminarias.

En la tabla III se indica el número de luminarias necesarias para obtener un nivel medio en servicio de 1.000 lux, en locales de diferentes geometrías, definidas para distintos índices de local K (0,6; 1,5 y 5).

Sala de mecanografía

En estos locales, los problemas de reflexión especular en las teclas de las máquinas son del mismo orden que los presentados en las salas de dibujo. Por tanto, es necesario realizar un estudio profundo para obtener las posiciones de las luminarias. La implantación tipo de las luminarias, así como el número de luminarias necesarias para obtener un nivel en servicio de 500 lux, se indican en la tabla IV, para distintas geometrías del

local, expresados por sus índices de local K.

Centralita

En estos locales, los problemas luminotécnicos son similares a los planteados en las salas de mecanografía, acentuados por la necesidad de la localización rápida de los pilotos encendidos o no de la centralita. Por este motivo, hay que procurar no sólo un buen nivel de iluminación en el plano de trabajo, exento de sombras, sino también, y como más fundamental, evitar los deslumbramientos producidos por las partes pulidas o metálicas de dicha central, que dificultaría la velocidad de respuesta ante cualquier estímulo luminoso, propio de dicho trabajo. La implantación de las luminarias, así como el número de éstas para obtener un nivel medio en servicio de 300 lux, se indican respectivamente en la figura 8 y en la tabla V.

Despachos individuales

La iluminación en estos despachos debe integrarse con la decoración de la pieza y adaptarse a la psicología y a los gustos del usuario. Los despachos individuales deben iluminarse en varias zonas (despacho, mesa de reuniones, cuadros, decorados, etcétera), para evitar las zonas con pequeña iluminación, que crearían un excesivo contraste entre la zona de trabajo y el entorno.

Las diversas soluciones propuestas se indican en la figura 9, así como el número de luminarias necesarias que se muestran en la tabla VI.

Locales con pantallas de visualización

La luminancia de cada luminaria reflejada en las pantallas crea un des-

lumbramiento molesto, que influye negativamente en la velocidad de respuesta del ojo (el ojo tiene tendencia a dirigirse hacia las partes más luminosas del campo visual). Todo esto produce un aumento de trabajo visual para poder realizar normalmente la lectura, y como consecuencia de mayor fatiga (dolores de cabeza, de ojos, etcétera) y una menor eficacia de los resultados (errores más frecuentes, menor rapidez de lectura).

Para evitar este desgaste físico (fatiga visual), es necesario utilizar luminarias de pequeña luminancia y situarlas convenientemente de acuerdo con la distribución de los puestos de trabajo. Instalaciones de este tipo requieren un estudio metódico de:

- conjunto del local,
- posición de los puestos de trabajo,
- iluminación natural existente,
- revestimientos de las paredes, ya que todos ellos desempeñan un papel importantísimo en el éxito de la instalación.

Oficina pasaje

En estos tipos de oficinas se necesita, desde un punto de vista psicológico, un nivel medio en servicio superior al indicado para pequeños despachos a igualdad de tarea visual a realizar.

La calidad de la luz, procedente de las fuentes luminosas, tiene que realzar armónicamente la cromaticidad del entorno con el colorido de las plantas que adornan estos tipos de oficinas.

La figura 10 indica una distribución típica de luminarias y la tabla VII el número de luminarias adecuadas a superficies distintas. ■

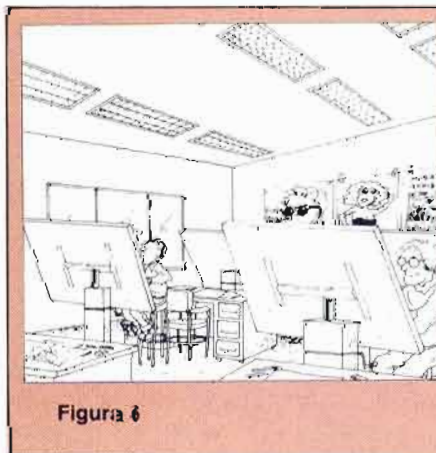


Figura 6

Tabla III

SALA DE DIBUJO

Iluminaciones recomendadas con la puesta en servicio $E_{100} = 1.250$ lux.
1.000 lux medios en servicio.
Soluciones propuestas — alumbrado normal

Luminarias	Nº de Aparatos por 100 m ²			Potencia unitaria (W)	Distancia más entre ejes de aparatos (m)	aparatos + fuentes	IP
	K 0,6	K 1,5	K 5				
Suspendidos	92,1	48,8	34,3	152	1,6 h	LFG 265 + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 20
	—	111,7	81,7	71	4 h	SPACIOLITA 165 + 1 TFP 58 INC (indirecta)	—
Plafones	85,9	55,3	48	152	1,3 h	LMS 265 M 30 + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 305
	52,3	39,3	33,9	71	1,1 h	OPTILUM 158 + 1 TFP 58 INCANDIA	IP 215
Empotrados (módulo de base 300)	64,8	48,5	41,9	152	1,1 h	LME-0 265 LAMAS AL + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 305
	53,9	40,4	34,9	71	1,1 h	OPTILUM 158 EN + 1 TFP 58 INCANDIA	IP 215



Figura 7

Tabla IV

OFICINA MECANOGRAFAS

Iluminaciones recomendadas con la puesta en servicio $E_{100} = 625$ lux.
500 lux medios en servicio
Soluciones propuestas — alumbrado normal

Luminarias	Nº de Aparatos por 100 m ²			Potencia unitaria (W)	Distancia máx entre ejes de aparatos (m)	aparatos + fuentes	IP
	K 0.6	K 1.5	K 5				
Suspendidos	46	24.4	20.3	152	1.6 h	LFG 265 + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 20
	—	55.9	30.8	71	4 h	SPACIOLITA 165 + 1 TFP 58 INC (indirecta)	—
Plafones	47.6	28.4	23.4	152	1.6 h	JOKER 265 GL + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 215
	37.6	24.2	21	90	1.3 h	LMS 240 M 30 + 2 TFP 36 INCANDIA	IP 305
Empotrados (módulo de base 300)	35	22.5	19.6	152	1.3 h	LME-0 265 LAMAS BL + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 305
	30.5	22.9	19.7	90	1.1 h	LME-0 240 LAMAS AL + 2 TFP 36 INCANDIA	IP 305



Figura 8

Tabla V

CENTRALITA Y RECEPCION

Iluminaciones recomendadas con la puesta en servicio $E_{100} = 380$ lux.
300 lux medios en servicio
Soluciones propuestas — alumbrado normal

Luminarias	Nº de Aparatos por 100 m ²			Potencia unitaria (W)	Distancia máx entre ejes de aparatos (m)	aparatos + fuentes	IP
	K 0.6	K 1.5	K 5				
Suspendidos	40.9	15.5	8.6	600	4 h	20509 + 2 IPR 300	—
	20.5	7.7	4.3	1200	4 h	20510 + 4 IPR 300	—
	89.8	34	18.7	71	4 h	SPACIOLITA 165 + 1 TFP 58 INC (indirecta)	IP 40

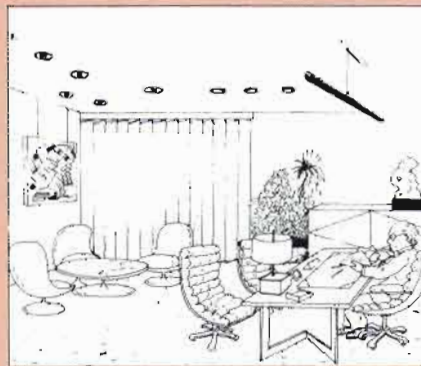


Figura 9

Tabla VI

TRABAJOS VARIOS • OFICINA INDIVIDUAL

Iluminaciones recomendadas con la puesta en servicio $E_{100} = 500$ lux.
400 lux. medios en servicio
Soluciones propuestas — alumbrado normal

Luminarias	Nº de Aparatos por 100 m ²			Potencia unitaria (W)	Distancia máx entre ejes de aparatos (m)	aparatos + fuentes	IP
	K 0.6	K 1.5	K 5				
Suspendidos	12.5	4.7	2.6	2000	4 h	20379 A + 2 IPR 1000 con graduación	IP 20
Plafones	68.6	37.2	27.7	76	2 h	FLUDGAM 140 + 1 TF 40 AVIVA o INC + reflector	IP 20
	51.6	31.2	25.8	96	1.6 h	JOKER 240 G + 2 TF 40 INCANDIA	IP 215
Empotrados (módulo de base 300)	20	16.4	14.6	250	1 h	FIXOLITA 682 + HDE 250	—
	42.5	27.3	23.8	96	1.6 h	LME-0 240 LAMAS BL + 2 TF 40 AVIVA o INCANDIA	IP 305

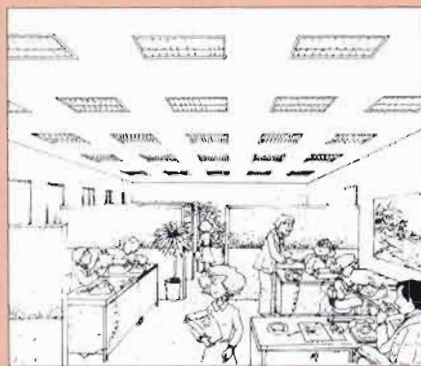


Figura 10

Tabla VII

OFICINA PAISAJE

Iluminaciones recomendadas con la puesta en servicio $E_{100} = 1.250$ lux.
1.000 lux medios en servicio
Soluciones propuestas — alumbrado normal

Luminarias	Nº de Aparatos por 100 m ²			Potencia unitaria (W)	Distancia máx entre ejes de aparatos (m)	aparatos + fuentes	IP
	K 0.6	K 1.5	K 5				
Suspendidos	45.3	27.5	22.8	304	1.6 h	CLC 465 LAMAS (3060 mm) + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 160
	—	—	61.7	71	4 h	SPACIOLITA 165 + 1 TFP 58 INC (indirecta)	IP 40
Plafones	85.9	55.3	48	152	1.3 h	LMS 265 M 30 + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 305
	52.3	39.3	33.9	71	1.3 h	OPTILUM 158 + 1 TFP 58 INCANDIA	IP 215
Empotrados (módulo de base 300)	70	45	39.2	152	1.3 h	LME-0 265 LAMAS BL + 2 TF 65 AVIVA o INC	IP 305
	53.9	40.4	34.9	71	1.1 h	OPTILUM 158 EN + 1 TFP 58 INCANDIA	IP 215