




FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE


Universidad de Chile

DIPLOMA DE POSTÍTULO
**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

ILUMINACION EFICIENTE

TEMA

*Nombre Profesor : Sandra Bordoni A.
Contacto: sbordoni@arqluz.cl*

  **DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO

INTEGRANDO LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

- *Daylight*
- *Diseño iluminación artificial*
- *Sistemas de control complejos*
- *The New York Times*

2

 **DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



3

 **DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



4

 **DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



5

 **DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



6

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO





7

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO




8

DIPLOMA DE POSTÍTULO

**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

9

DIPLOMA DE POSTÍTULO

**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

CONTAMINACIÓN LÚMINICA

Hasta el 50 % de la energía utilizada en la iluminación pública se gasta en iluminar el cielo nocturno. Un sistema eficiente ahorraría el 50 % de la energía utilizada.

10


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

CONSUMO Y ENERGÍA EN ESPACIO URBANO



Luz útil
¿ Será 20% ?

11


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

De acuerdo a la información que proporciona IEA (International Energy Agency) el 19% de consumo energético a nivel mundial corresponde a iluminación.

90% de la energía utilizada por las luminarias se consume durante su operación. El 10% de la energía corresponde a las materias primas, producción, transporte y reciclaje.



12



13

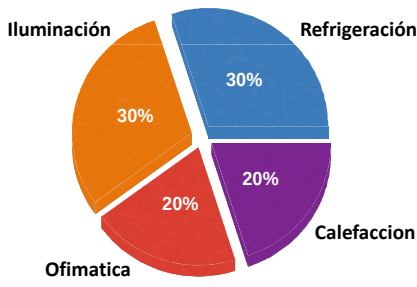


14



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

Consumo y energía en edificios



Categoría	Porcentaje
Refrigeración	30%
Iluminación	30%
Calefacción	20%
Ofimática	20%

Un correcto diseño de aprovechamiento de la luz natural y el control de la radiación solar, representa una oportunidad de ahorro muy importante durante la operación de los edificios.



La iluminación representa el 30% del consumo energético en los edificios de oficinas

ESPAÑO SOLAR

15



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

Diseño sustentable

- Ahorro de energía
- Preservar los recursos naturales
- Cuidar el medio ambiente
- Utilizar fuentes renovables y limpias.
- Reducción del uso de combustible fósiles y energía nuclear.




16



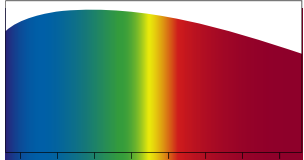
**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



¿Por qué usar luz natural?

1. Cubre un amplio rango de frecuencias de onda del espectro.



2. Es dinámica, varía a lo largo de las estaciones de año y horas del día, posición del sol y nubes.



17



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



¿Por qué usar luz natural?

3. La luz natural en el interior generalmente alcanza niveles considerablemente más altos, y son percibidos como más agradable.

Interior iluminado con luz natural:
6.000lux



4. La luz natural es emitida desde todas las direcciones de la bóveda celeste y del sol.



5. Permitiría generar ahorros de energía

18

DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

19

DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

20


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO






21

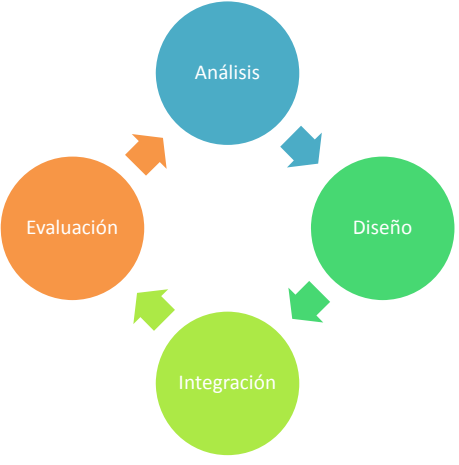

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO



Planificando una estrategia

El objetivo del diseño de luz natural es maximizar el confort del usuario y reducir el consumo de iluminación artificial y refrigeración

1. Selección del terreno, orientación y configuración del edificio.
2. Optimización de las perforaciones, terminaciones, iluminación artificial y sistemas de control.
3. Integración de un equipo multidisciplinario: propietario, arquitecto, ingeniero, etc.
4. Evaluación del lugar, puesta en marcha del sistema de control, información del cliente final.



```

graph TD
    Análisis --> Diseño
    Diseño --> Integración
    Integración --> Evaluación
    Evaluación --> Análisis
  
```

22



icfm **ldiem** **DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**
DIPLOMA DE POSTÍTULO

1.-Ubicación del edificio, orientación y perforaciones

Elección del sitio, desarrollo inicial de la volumetría, perforaciones y orientación del edificio.

Evaluar las horas de luz solar disponibles, obstrucciones y condiciones del cielo.

Calculadora del ángulo solar, técnicas graficas.




Altitude of the sun 21 June - noon
Angle of incidence 61.3°

Altitude of the sun 21 March/21 Sept - noon
Angle of incidence 38°

Altitude of the sun 21 Dec - noon
Angle of incidence 14.3°

Altitude of the sun on 21 June in Schönebeck 62° northern latitude

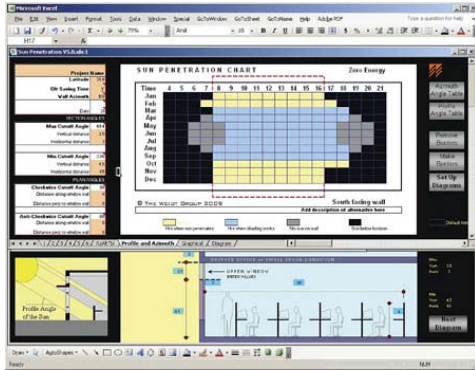
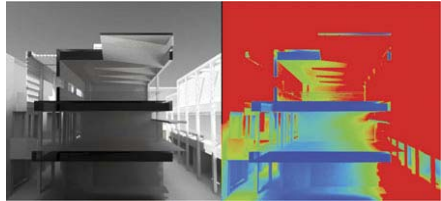
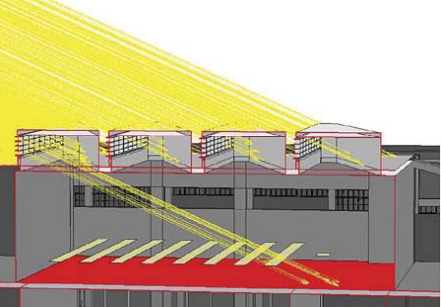
Altitude of the sun on 21 March and 21 Sept in Schönebeck 52° northern latitude

Altitude of the sun on 21 Dec in Schönebeck 32° northern latitude

Foto: Lighting Design, Ulrike Brandt

25

icfm **ldiem** **DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**
DIPLOMA DE POSTÍTULO

26

fcfm **ldiem** **DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**
DIPLOMA DE POSTÍTULO

2.- Aperturas

Estrategias que permitan maximizar la penetración de la luz natural disponible, ofrecer vista al exterior, y controlar el calor y el deslumbramiento

Foto: Lighting Design, Ulrike Brandi

27

fcfm **ldiem** **DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**
DIPLOMA DE POSTÍTULO

Nivel de Humedad

VERANO

El aire caliente sube y sale por las cristalerías superiores de la parte más alta de la vivienda por convección natural.

El aire caliente sale por efecto invernadero por las aberturas superiores de las ventanas.

Los voladizos protegen la vivienda de la radiación directa.

El aire fresco procedente de las galerías subterráneas, accede al interior de la vivienda.

La vivienda se refresca de noche, y debido a su alta inercia térmica, permanece fresca a lo largo del día siguiente, sin consumo energético alguno.

El aire se refresca bajo el forjado sanitario.

El aire fresco recorre toda la vivienda refrescándola a su paso.

Iluminación solar indirecta del norte.

El aire más fresco alrededor de la vivienda está en el norte debido a que la porción vivienda genera una zona siempre sombreada.

El aire fresco permite a la vivienda por las rejillas de la parte inferior de las puertas y ventanas.

El aire exterior penetra a las galerías subterráneas debajo del forjado sanitario.

En invierno el voladizo de la cubierta inclinada permite el acceso de la radiación solar directa al interior de la vivienda.

El aire caliente entra a la vivienda.

El aire se calienta en el invernadero y asciende.

Conforme se enfría, el aire desciende.

El aire fresco entra al invernadero, se mezcla con parte de aire exterior y se calienta en el invernadero.

INVIERNO

Captadores solares térmicos para la calefacción y agua caliente de la vivienda.

Cubierta inclinada a base de ladrillo sacado de madera de abeto y 10 cm de aislamiento natural.

Se cierra la compuerta superior para que no salga el aire caliente.

Se cierran las rejillas de la puerta de acceso y de las ventanas situadas al norte para que no entre aire.

Debido a los materiales aislantes, los muros transmiten de forma natural y continua, lo que permite la ventilación natural, sin pérdidas energéticas.

En invierno se cierran las rejillas del forjado sanitario, para que no entre aire fresco al interior de la vivienda.

El calor se acumula en los forjados y muros de carga del alta inercia térmica y mantiene caliente la vivienda durante el día y durante la noche sin apenas consumo energético.

Los rayos solares penetran hasta lo más profundo de la vivienda y la iluminan de forma natural.

28



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



3.- Acristalamiento

Quando se acristalan las penetraciones, es importante no exagerar ya que esto puede aumentar el calentamiento del edificio o pérdidas de calor.

“Debe haber un balance entre la *autonomía de luz natural* al nivel de iluminación necesaria, y el tamaño de los cristales de manera de maximizar los ahorros.”



29



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



4.- Elementos de control exterior de luz natural

Implementar estrategias de sombreado para bloquear, filtrar, o redirigir la luz solar. Quebrasoles, celosías, etc.

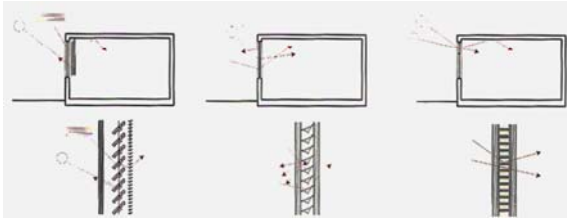
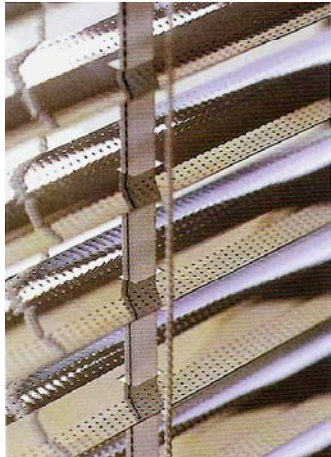
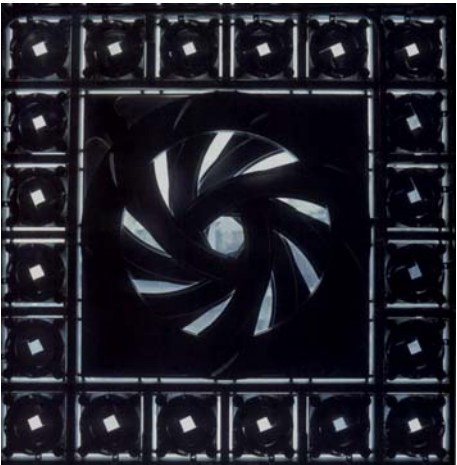
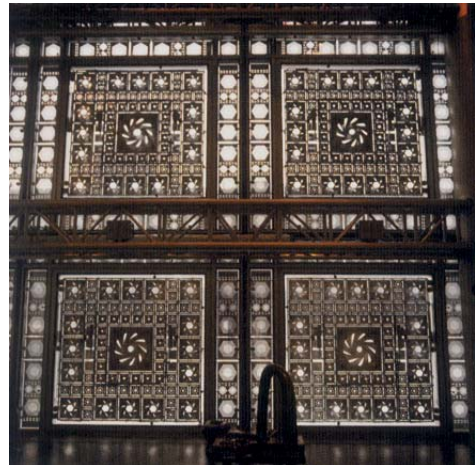



Foto: Lighting Design, Ulrike Brandt

30


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

DIPLOMA DE POSTÍTULO

31


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

DIPLOMA DE POSTÍTULO





32



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

Modelamiento mediante software




Foto: Lighting Design, Ulrike Brandi

33

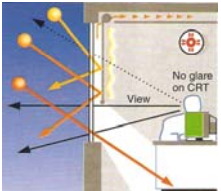
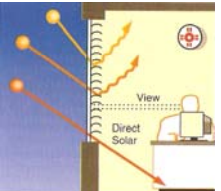


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

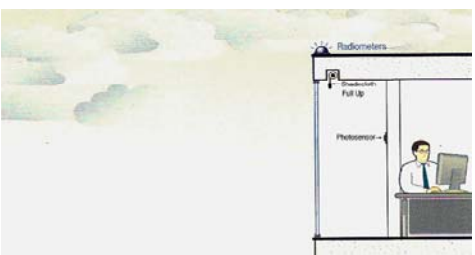
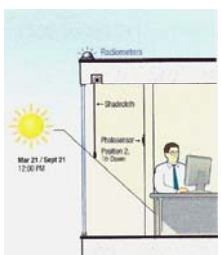
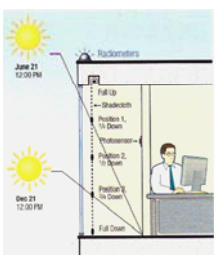
5.- Elementos de control interior de luz natural

Cortinas y persianas:

- Priorizar las vistas al exterior
- Protección de las radiaciones directas del sol
- Reducir el brillo y mejorar el contraste en las pantallas de los monitores

MechoShade

MechoShade

34


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO




Foto: Gentileza LUTRON

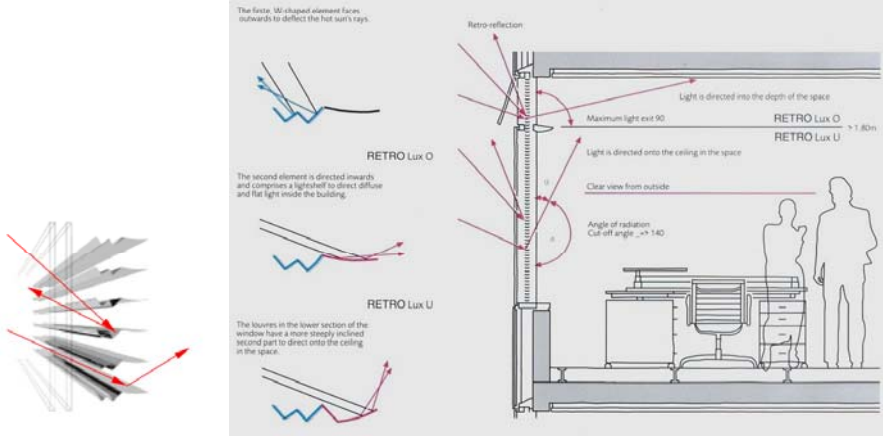
35


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO



Diseñando con luz natural - Dr. Ing. Helmut Köster, Lichtplanung

-Sistemas de micro louvers y bandejas reflectoras para controlar y re direccionar la radiación directa del sol

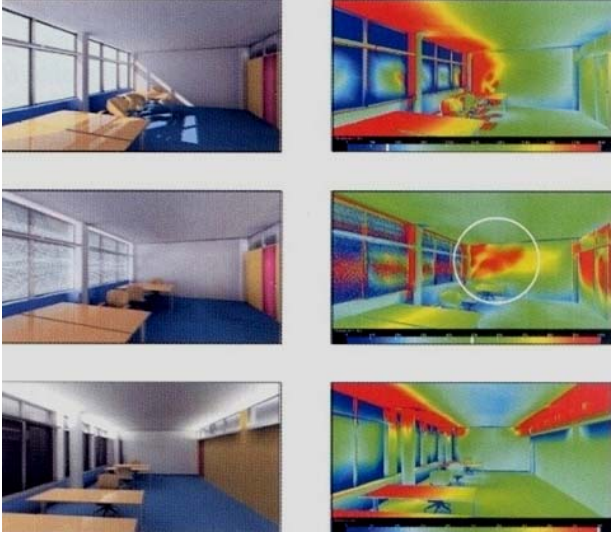


Dr. Ing. Helmut Köster

36


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

-Sin control de luz
 - Con incorporación de micro celosías
 - Iluminación artificial



Dr. Ing. Helmut Köster

37


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

8.- Dimers y sistemas de control

Los sistemas (inteligentes) de control de luz natural actúan sobre los elementos antideslumbrantes, como celosías exteriores móviles, cortinas o cierres de lucarnas.

Los sistemas de control inteligentes), de luz artificial, actúan en conjunto con timers, sensores de presencia, sensores de luz artificial e iluminancias exteriores.

Nuevos sistemas de control han hecho posible integrar la luz natural y artificial de una manera muy eficaz, través de una solución de iluminación dinámica con sensores, fuentes de luz regulable y una interfaz programable



38

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

DIPLOMA DE POSTÍTULO

INTEGRANDO LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

- *Daylight*
- *Diseño iluminación artificial*
- *Sistemas de control complejos*
- *The New York Times*

39

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

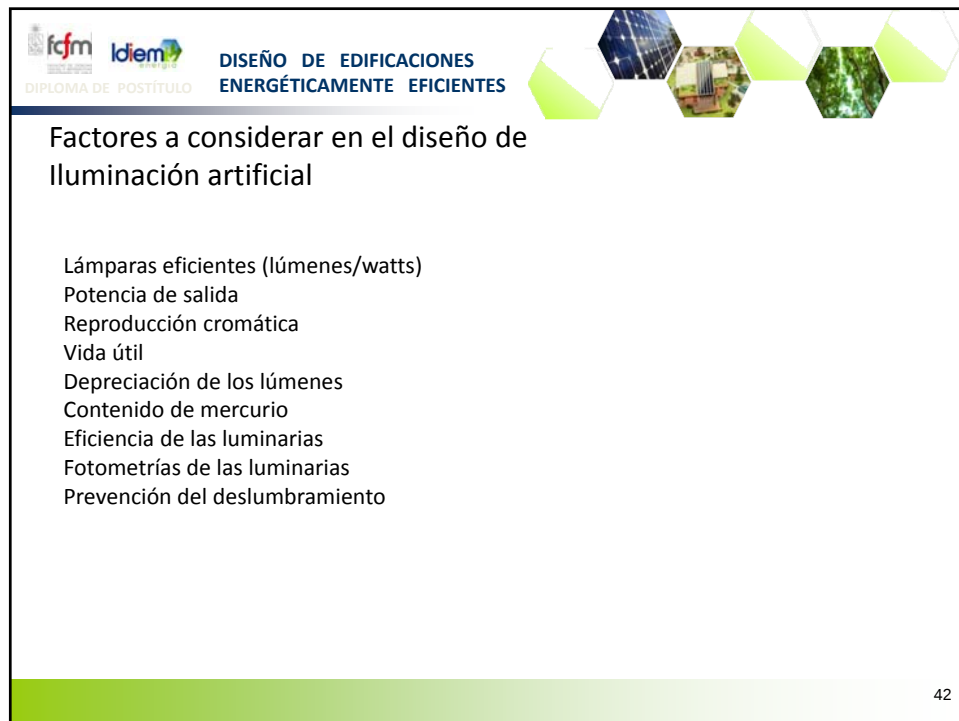
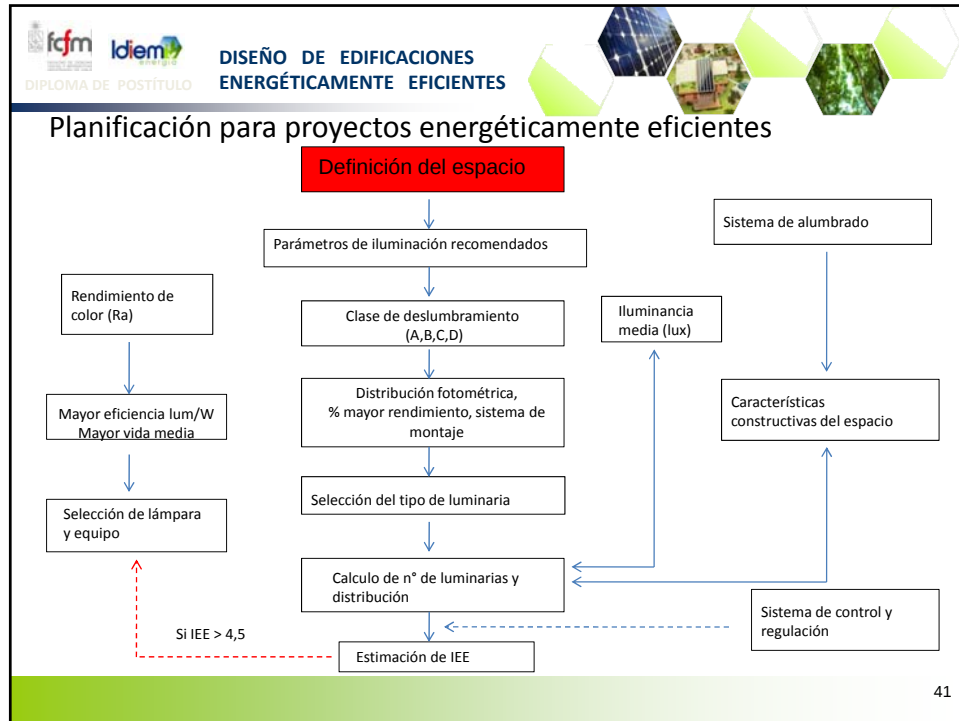
DIPLOMA DE POSTÍTULO

Integrar iluminación artificial y natural

Aunque la luz natural es muy deseable y una parte esencial de los programas de sustentabilidad, ésta debe ser complementada por iluminación artificial.

Es importante lograr una integración balanceada de la iluminación artificial y natural – y un desafío técnico- para los equipos de diseñadores, especialmente para aquellos que buscan certificar sus proyectos bajo el LEED, GREEN GLOBES u otros programas de edificios verdes.

40





**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



Determinación niveles de iluminancia

- Norma chilena elec 4/2003
- Decreto N° 594 /1999
- IES 1981
- Norma europea EN12464-1:2002

43



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



Valor de la eficiencia energética en una instalación

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el Valor de Eficiencia Energética de la instalación **VEEI** (W/m2) por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

$VEEI = P \times 100 / S \times E_m$

P = la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];
 S = la superficie iluminada [m2];
 E_m = la iluminancia media horizontal mantenida [lux].

44




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



DIPLOMA DE POSTÍTULO

Ejemplo:
 Supongamos que en un privado de 30 m², se han utilizado luminarias para la iluminación general, cuya potencia eléctrica total (lámpara + equipo) resultante es de 1440 W, para obtener una iluminancia de 1500 lux.
 El cociente entre la potencia eléctrica y la superficie (1440/30) es de 48 W/m² de donde :

$$IEE (W/m^2 - 100 \text{ lux}) = 48 \times \frac{100}{1500} = 3,2$$

45




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



DIPLOMA DE POSTÍTULO

CTE – Código Técnico de la Edificación, España
 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 Zonas de no representación	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	zonas comunes (1)	4,5
	aparcamientos	5
	administrativo en general	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4
	habitaciones de hospital (3)	4,5
	salas de diagnóstico (4)	3,5
	espacios deportivos (5)	5
	andenede estaciones de transporte	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	recintos interiores asimilables a Grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 Zonas de representación	zonas comunes (1)	10
	estaciones de transporte (6)	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	administrativo en general	6
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio y espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	hostelería y restauración (8)	10
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	tiendas y pequeño comercio	10
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	recintos interiores asimilables a Grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

46


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Standard 90.1 de American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers

Norma ASHRAE 90.1

Tabla 9.6.1 Lighting Power Densities Using the Space-by-Space Method

Building Use Type	Tipo de Usos del Edificio	Carga iluminación [W/m2]
Office Enclosed/Open Plan	Oficinas	12
Conference/Meeting/Multipurpose	Auditorio y Salas de Reuniones	14
Classroom/lecture/Training	Salas de clases y Biblioteca	15
Lobby	Hall	14
Gymnasium	Gimnasio (área de ejercicio)	10
Exercise Center	Canchas y Piscina	15
Dining Area	Casino y Cafetería	10
Laboratory	Laboratorios	15
Dressing/Locker/Fitting Room	Camarines y Baños	7
Corridor/Transition	Corredores y Tránsito	6
Stairs (Active)	Escaleras	7
Active Storage	Salas de control	9
Inactive Storage	Bodegas	3
Parking Garage	Estacionamiento	2
Garage Area	Circulación Vehicular	2

47


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Parámetros recomendados para la selección de la lámpara según criterios de color

Indice de reproducción cromática, (Ra)	Grupo de Rendimiento de color	Cálido < 3300 K	Neutro 3300-5000 K	Frio > 5000 K
Excelente 90-100	1A	Halógenas, Fluorescencia lineal y compacta	Fluorescencia lineal y compacta	Fluorescencia lineal y compacta
Bueno 80-90	2A	Fluorescencia lineal y compacta, Sodio Blanco	Fluorescencia lineal y compacta, Halógenuros e Inducción	
Razonable 70-80	1B	Halógenuros metálicos	Halógenuros metálicos	Halógenuros metálicos
Mala < 70	2B	Mercurio, Sodio	Mercurio	

Tono de luz, Temperatura de color	Tipo de actividad o de iluminación
Tonos cálidos, < 3000 K.	Entornos decorados con tonos claros Áreas de descanso, Salas de espera, Oficinas tipo Reunión, Oficinas tipo Celda, Zonas con usuarios de avanzada edad, Áreas de esparcimiento, Bajos niveles de iluminación.
Tonos neutros, 3300 - 5000 K.	Lugares con importante aportación de luz natural, Tareas visuales de requisitos medios, Oficinas tipo Colmena, Oficinas tipo Celda.
Tonos fríos, > 5000 K.	Entornos decorados con tonos fríos, Altos niveles de iluminación, Para enfatizar la impresión técnica, Tareas visuales de alta concentración.

48


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, España

Tabla de deslumbramiento

Clase de calidad de limitación de deslumbramiento	Valor de deslumbramiento	Calidad
A	1,15	Muy alta
B	1,5	Alta
C	1,85	Media
D	2,2	Baja
E	2,55	Muy baja

Clases de calidad de limitación de deslumbramiento	Angulo de apantallamiento	
	dirección transversal al eje de la lámpara	dirección longitudinal de la lámpara
A y B	25°	20°

49


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, España

Tabla de lámparas / rendimiento / vida útil

Tipo de Lámpara	Rango de potencias	Tono de luz	Ra	lm / w	Vida media, h	Aplicación
Incandescentes halógenas	5-300	Calido	100	10-25	1000-5000	Localizada Decorativa
Fluorescencia lineal de 26 mm	18-58	Calido Neutro Frio	60-98	65-96	8000-16000	General
Fluorescencia lineal de 16 mm.	14-80	Calido Neutro Frio	85	80-105	12000-16000	General
Fluorescencia compacta	5-55	Calido Neutro Frio	85-98	60-85	8000-12000	General Localizada Decorativa
Sodio Blanco	50-100	Calido	85	50	12000	Decorativa
Vapor de Mercurio	50-1000	Calido Neutro	50-60	30-60	12000-16000	General
Halogenuros metálicos	35-3500	Calido Neutro Frio	65-85-96	70-93	6000-10000	General Localizada
Inducción	55/85/160	Calido Neutro	82	64-71	60000	General

50




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



Datos obtenidos del documento "Guía técnica de eficiencia energética en iluminación"-IDEA, Marzo 2001

Ejemplo 1: Oficina

Superficie de 360 m², con gran contribución de luz natural debido a las ventanas.

Dimensiones
Longitud 30.0 m, Anchura 12.0 m, Altura 2.7 m

Características constructivas
Se trata de un espacio de oficinas con ventanales en dos de sus laterales. El mobiliario es combinación de grises y madera clara. Las paredes son de colores claros. El suelo es un jaspeado claro y el techo metálico claro. Los factores de reflexión considerados teniendo en cuenta la gran cantidad de ventanas, así como los muebles para el suelo son los siguientes:
Techo: 0.5,
Paredes: 0.3,
Suelo: 0.2

51




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



Situación actual

- 84 luminarias adosadas con 2 lámparas fluorescentes lineales de 40 W, flujo inicial de 3000 lúmenes, equipo formado por 2 balastos de 40 W con pérdidas de 8 W cada uno, difusor formado por celosía reticular blanca.
- Las lámparas están en el final de su vida útil y su flujo ha decaído en más de un 30% , además las celosía está deteriorada lo que hace que el nivel de iluminación esté muy por debajo de lo requerido para una oficina de estas características.
- Reflejos molestos en las pantallas de ordenador.
- Índice de reproducción cromática de las lámparas no alcanza el Ra=80.
- En alguna de las luminarias se ha llegado al final de la vida de los tubos, comienza el molesto intento de encendido de las lámparas sin conseguirse.

- Nivel de iluminancia: **325 lux**
- Potencia total instalada (lámpara+equipo): **8.064 W**
- IEE = **6.9**
- Horas de utilización: 2.800 horas/año
- Consumo energía: **22.579 kWh/año.**

52




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



Propuesta de solución:

- Luminarias que proporcionen mejor confort visual, mejor reparto de su flujo que permita reducir la potencia instalada por punto de luz y el número total de luminarias.
- Se reemplaza por una luminaria con 2 lámparas fluorescentes T5 de 28W con equipo electrónico y con una óptica de alta calidad que permite el trabajo sin brillos molestos en las pantallas de los computadores.
- Número total de luminarias a instalar: 51
- Nivel de iluminancia: **550 lux**
- Potencia total a instalar : **3.315W**
- IEE= **1.6**
- Horas de utilización: 2.800 horas/año
- Consumo de energía: **9.282 kWh/año**

53

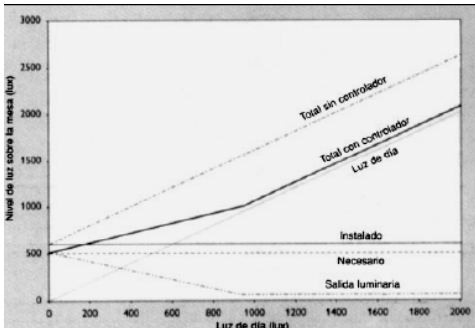



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



Existe una mayor posibilidad de ahorro si se combina con un balasto dimeable y un foto sensor, se añade la capacidad de regulación automática de luminarias en función de la luz solar.

La iluminancia media mantenida en dicha oficina es de 550lux y la necesaria es de 500 lux, se ajusta el sensor. El controlador compensa aproximadamente el 50% de la luz de día, regulando la salida de luz artificial.



Ahorro energético considerado por regulación:

54




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



		SUR	NORTE
Verano	Lado ventanas	55%	45%
	Lado de pasillo	35%	25%
Invierno	Lado de ventanas	45%	35%
	Lado de pasillo	25%	15%

Suponiendo un ahorro medio total anual de 30%, por regulación y control, el gasto total de energía anual será de 6.498 kWh/año (9.282 kWh/año * 0,7)

Resumen reforma:
 84 luminarias de 2 x 40W por 51 luminarias 2x28W con balasto electrónico con regulación y óptica de alta calidad. Sistema de regulación con la luz natural mediante fotocélula.

Actual Propuesta		
Iluminancia	325 lux	550 lux
IEE	6,9	1.6
Ahorro de energía (%)		70 %
Ahorro anual energía + mantenimiento		€ 150.000.-
Costo de reforma		€ 960.000.-
Período de retorno simple		6.4 años

55




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**



Ejemplo 2: Sala de clase

Superficie de 63 m²
 Dimensiones : Longitud 9.0 m, Anchura 7.0 m, Altura 3.0 m

Características constructivas
 Cielo falso de volcánita.
 Dos ventanas de 2.50m de longitud y 1.20m de altura, cada una.
 Pizarra de 3.0m de longitud y 1.5m de altura.

- Cielo falso: Acabado color blanco; reflectancia 70%
- Paredes: Acabado color crema; reflectancia 50%
- Suelo: Acabado color gris; reflectancia 20%
- Ventanas: Sin apantallamientos que permitan el control de la luz natural
- Pizarra: Acabado en color negro; reflectancia 20%.
- Puertas: Acabado en color caoba; reflectancia 42%.
- Mesa profesor en color gris; reflectancia 35%.
- Mobiliario de alumnos en color gris; reflectancia 31%.
- Archivadores, etc., color gris; reflectancia 39%.

56



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



Situación actual

- 9 luminaria para iluminación general, empotradas difusor de celosía (modulación 30x30x20mm), de 2 lámparas fluorescentes de 40W, con un flujo luminoso inicial de 3000 lúmenes, equipo auxiliar formado por 2 balastos de 40W, y perdidas de 8W cada uno.
- 3 luminarias para iluminación de pizarra, adosadas y distribución asimétrica, de 1 lámpara fluorescente de 40W, con un flujo luminoso inicial de 3000 lm, equipo auxiliar formado por balasto de 40W con perdidas de 8W.
- Nivel de iluminancia: 325 lux
- Uniformidad: 75%.
- Potencia total instalada (lampara+equipo): 864 W
- Potencia instalada en pizarra (lampara+equipo) 144 W
- IEE = 4,92
- Horas de utilización consideradas: 1.200 horas/año
- Consumo energía: 1.210 kWh/año.

57



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



Propuesta de solución:

- 6 luminarias para iluminación general, empotradas y difusor de baja luminancia, de 2 lámparas fluorescentes de 36W, con un flujo luminoso inicial de 3350 lúmenes, y un Ra >80. Equipo auxiliar formado por balasto electrónico de 36W con perdidas máximas de 1W.
- 2 luminarias para iluminación de pizarra, de montaje adosado y distribución asimétrica, de 1 lámpara fluorescente de 58W, con un flujo luminoso inicial de 5200 lumenes, equipo auxiliar formado por balasto electrónico de 58W con perdidas máximas de 1W.
- Nivel de iluminancia: **372 lux** / uniformidad: 73%. Con luminarias de refuerzo
- Potencia total instalada (lampara+equipo): **444 W**
- Potencia instalada en pizarra (lampara+equipo): **118 W**
- IEE = **2,39**
- Horas de utilización consideradas para el 100% de la iluminación: 800 horas/año
- Consumo energía: 450 kWh/año
- Iluminación media de 325lux, y una uniformidad media del 83%.

58



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

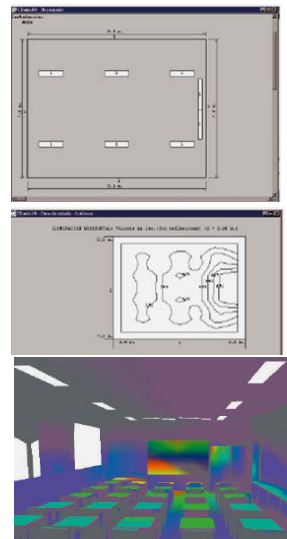
DIPLOMA DE POSTÍTULO



Resumen reforma:
 9 luminarias de 2 x 40 + 3 luminarias para pizarra de 1x 40W por 6 luminarias de 2x36W fluorescente lineal con balasto electrónico regulable + 2 luminarias para pizarra de 1x58W fluorescente lineal con balasto electrónico regulable.
 Sistema de regulación de nivel de iluminación por fotocélula y encendido por control de presencia.

Actual Propuesta

Iluminancia:	325 lux	372 lux
IEE	4,92	2,39
Ahorro de energía (%)		63 %
Ahorro anual energía + mantenimiento	€ 12.000	
Coste de reforma	€ 120.000	
Período de retorno simple:	10,0 años	



59



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO



INTEGRANDO LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

- *Daylight*
- *Diseño iluminación artificial*
- *Sistemas de control complejos*
- *The New York Times*

60


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

Sistema de control y Gestión de la iluminación

- Reduce los costes energéticos y de mantenimiento de la instalación.
- Incrementa la flexibilidad del sistema de iluminación.
- Permite realizar encendidos selectivos y regulación de las luminarias durante diferentes períodos de actividad, o según el tipo de actividad cambiante a desarrollar.

Se distinguen 4 tipos fundamentales:

- 1- Regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia.
- 2- Regulación de la iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, lucarnas o claraboyas.
- 3- Control del encendido y apagado según presencia en la sala.
- 4- Regulación y control por un sistema centralizado de gestión.

61


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

1.- Regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia. = DIMER

El dimer reduce la potencia de una fuente de luz, ahorra energía y extiende la vida útil de la lámpara.



Magnetic Low-voltage (MLV):
Magnetic (core and coil, toroidal) transformer-supplied low-voltage lighting (6, 12, or 24 V)
symmetric forward phase-control

Electronic Low-voltage (ELV):
Electronic (solid-state) transformer-supplied low-voltage lighting
reverse phase-control

Fluorescent: Electronic Fluorescent Dimming Ballast
Special dimmers are designed and UL listed to send power and control signals to each type of electronic fluorescent dimming ballast.

Light Emitting Diode (LED): Electronic LED Driver
Special dimmers are designed to send power and control signals to each type of electronic LED driver.

One Year Incandescent/Halogen Energy Savings Chart

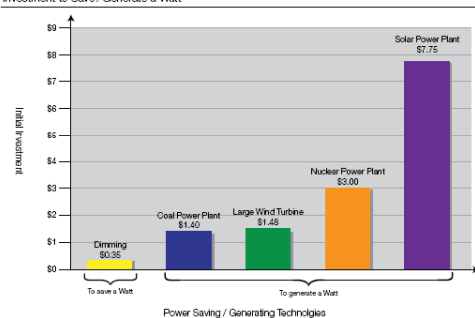
dimming the lights	saves electricity	bulbs last on average	annual savings†
10%	10%	3 years	\$9.70
25%	20%	3-6 years	\$17.30
50%	40%	10+ years	\$30.00

62


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

Source	Cost per Watt (\$ / W)	Cost per Watt compared to dimming (ratio)
Dimmer Negawatts	\$0.35	1.0
Coal	\$1.40	4.0
Wind	\$1.48	4.2
Nuclear	\$3.00	8.6
Solar	\$7.75	22.0

Investment to Save / Generate a Watt

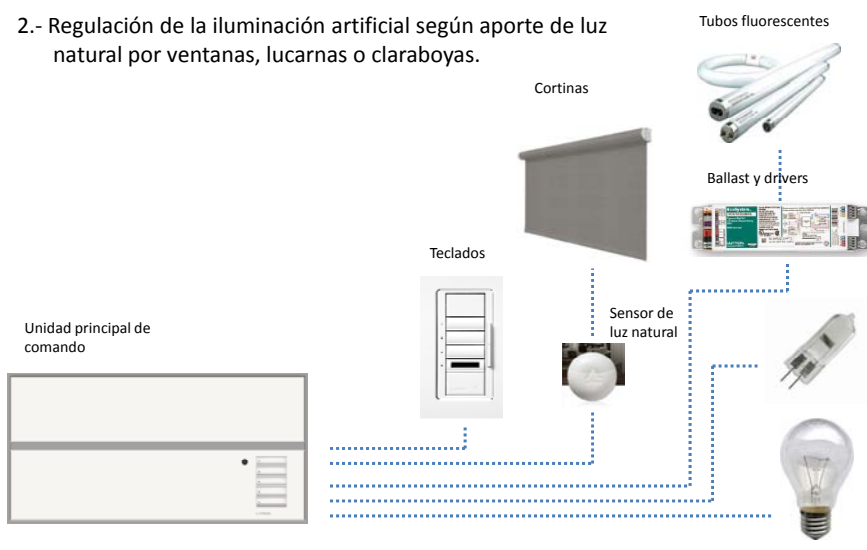


“It is 4 to 22 times more expensive to build new generating capacity than it is to conserve energy with Lutron® dimmers.”

63


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

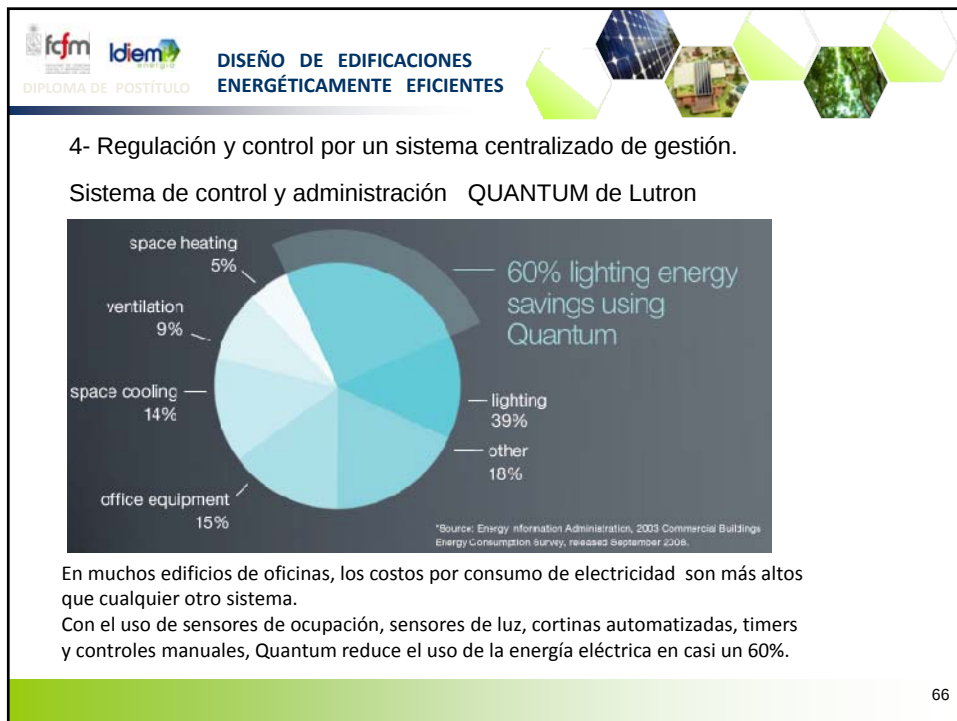
2.- Regulación de la iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, lucarnas o claraboyas.

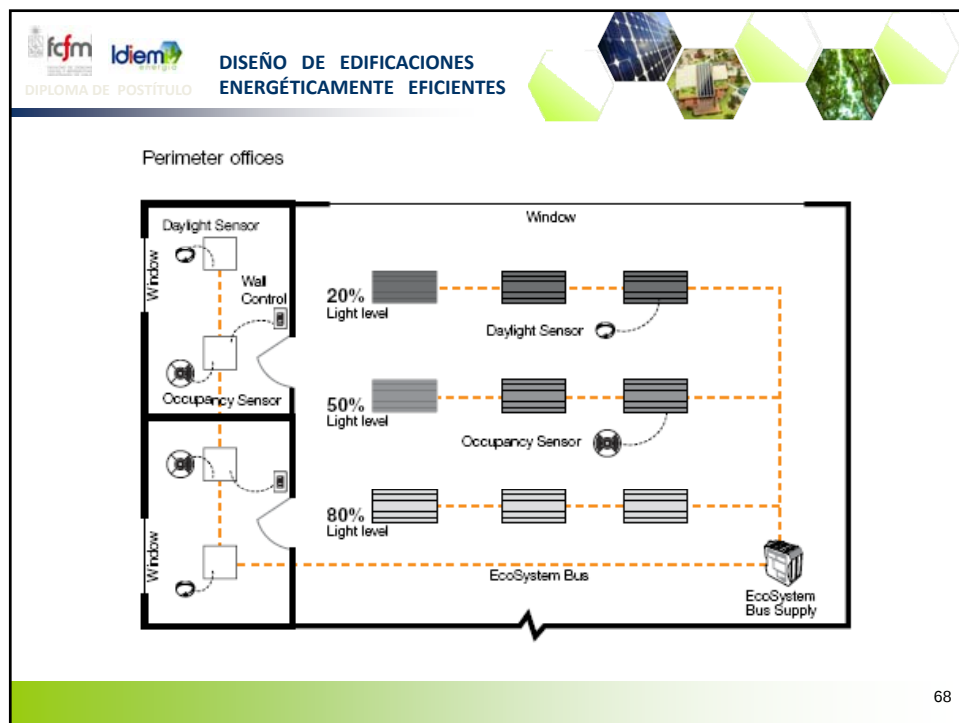


Tubos fluorescentes
 Cortinas
 Teclados
 Sensor de luz natural
 Ballast y drivers

Unidad principal de comando

64








**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**





No Shades
Hyperion™ Solar-Adaptive Shading
Daylight Control
With Shades






Sivoia® QS shades controlled by Hyperion solar-adaptive shading technology provide superior daylight management. As the sun's position changes both seasonally and throughout the day, Hyperion automatically adjusts window shades to harvest indirect daylight and limit direct sunlight penetration to a customizable depth. The shades move quickly and precisely to increase comfort and productivity while reducing glare and solar heat gain.

☐ Lights

☒ Shades

☐ Total Light

☐ Seasonal Solar Variation

>> EcoSystem

>> Hyperion

>> Quantum

- Sivoia QS shades typically raise or lower in less than 20 seconds
- Sivoia QS shades can reduce HVAC costs in a space by up to 10%

Loop ☐

71

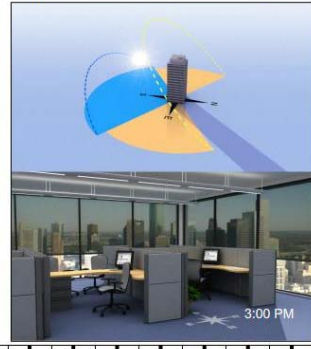
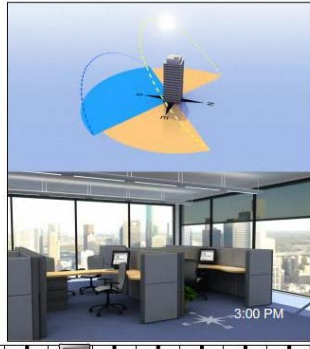


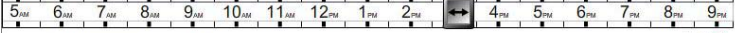

**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**





Winter
Seasonal Solar Variation
Summer



☐ Lights

☒ Shades

☐ Total Light

☒ Seasonal Solar Variation

>> EcoSystem

>> Hyperion

>> Quantum

The position of the earth relative to the sun changes throughout the year, thus the sun's path across the sky in summer can differ greatly from that of winter. Hyperion™ calculates a dynamic shade schedule that incrementally shifts shade positions on each façade on a daily basis, effectively managing daylight despite seasonal variations.

Loop ☐

72


**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

INTEGRANDO LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

- *Daylight*
- *Diseño iluminación artificial*
- *Sistemas de control complejos*
- *The New York Times*

73


**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

EDIFICIO THE NEW YORK TIMES, NUEVA YORK

Ubicación:	Nueva York, USA
Año proyecto:	2003-2007
Arquitecto:	Renzo Piano – Fox & Fowle Architects
Diseño Iluminación:	SBLD Studio. Susan Brady, USA
Superficie:	74.300m2 (52 pisos)



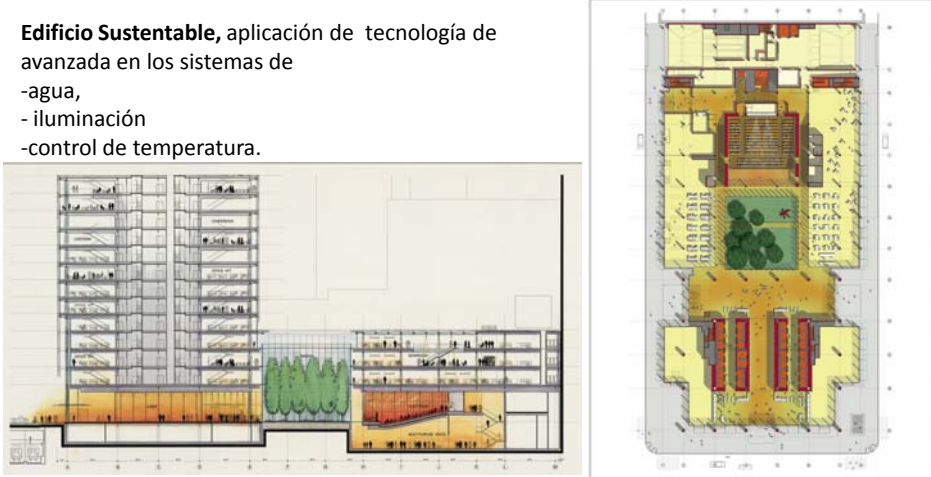
74


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

Transparencia y Permeabilidad, expresan, “la relación entre el periódico y la ciudad”.

Edificio Sustentable, aplicación de tecnología de avanzada en los sistemas de

- agua,
- iluminación
- control de temperatura.



75


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

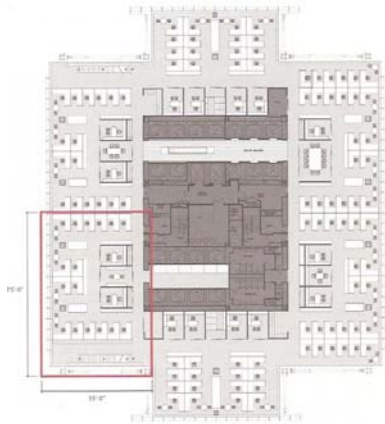
1. Sistema exterior de quebravistas
 Fachada exterior de varillas de cerámica dispuestas horizontalmente a distancias variables.
2. Automatización de la iluminación artificial y de las cortinas.
3. Sistema de sensores de presencia



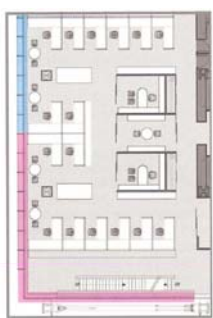
76


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

MOCK-UP PISO TIPO
 372m², esquina sur oeste, que experimentaría la mayor exposición del sol.
 Las mediciones se tomaron entre 21 de diciembre y 21 de junio



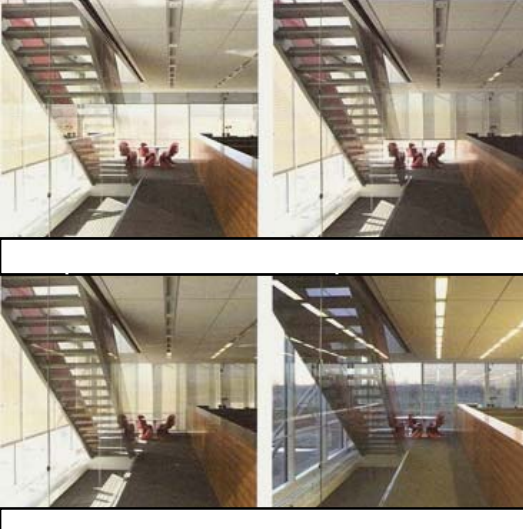

Se evaluaron 2 zonas con distintos sistemas de control
 A- LUTRON
 B- DALI



En cada zona se proponen un sistema diferente de motorización de las cortinas

77


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



78

DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

79

DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

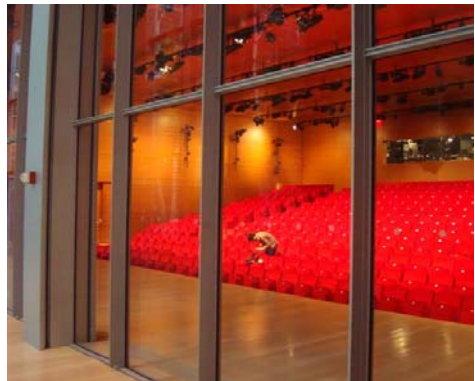
80



DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES







81



DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES







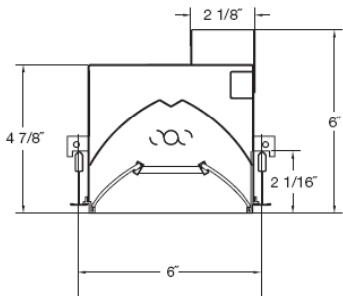
Equipo fluorescente embutido emisión directa-indirecta
T5 2x14W

82

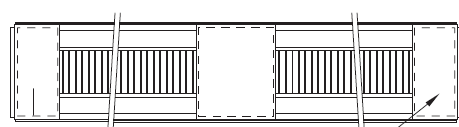


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO





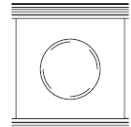
2 1/8"
 4 7/8"
 6"
 2 1/16"



2 1/8"
 4 7/8"
 6"
 2 1/16"

RLLC 65, 6" center panel (with options),
 2' optic on either side, and 3" panel at both ends (BC/AR)

PANELS TO INTEGRATE ARCHITECTURAL SYSTEM (SEE DETAIL)



SPRINKLER COVER PLATE W/ HOLE
SIZE AND SHAPE MAY VARY (SPRINKLER BY OTHERS)

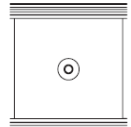
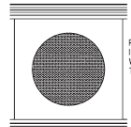


PHOTO SENSOR PLATE W/ HOLE
SIZE AND SHAPE MAY VARY (SENSOR BY OTHERS)



OCCUPANCY SENSOR PLATE W/ HOLE
SIZE AND SHAPE MAY VARY (SENSOR BY OTHERS)



SPEAKER PLATE W/ HOLE
SIZE AND SHAPE MAY VARY (SPEAKER BY OTHERS)



MR-16 DOWNLIGHT
COVER PLATE W/ HOLE



BLANK COVER PLATE
OR
AIR RETURN

83



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO







84




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO








Foto: Gentileza LUTRON

85




**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

DIPLOMA DE POSTÍTULO







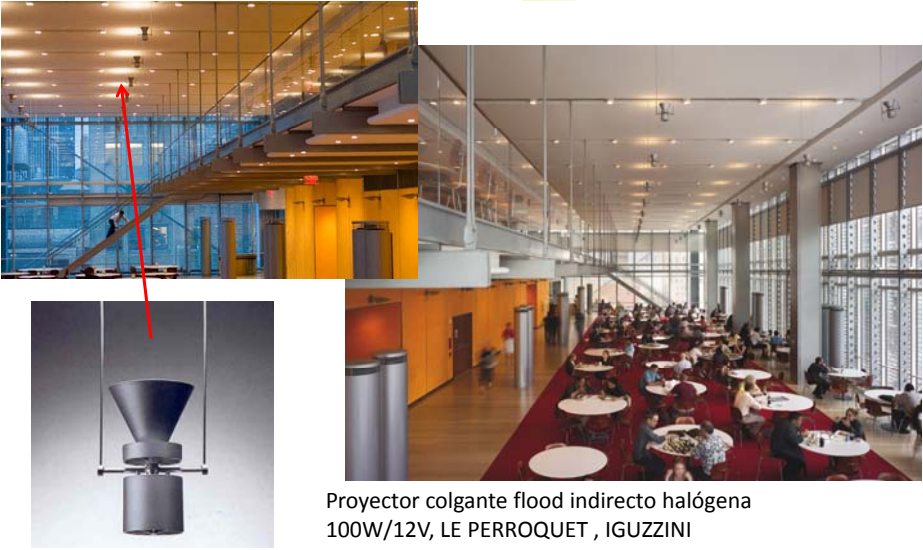

86


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO




87


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

Proyector colgante flood indirecto halógena
 100W/12V, LE PERROQUET , IGUZZINI

88

DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

89

DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Proyector sobrepuesto de exterior
asimétrico
PARSCOOP de ERCO

90



DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Foto: Gentileza ERCO

93

DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Foto: Gentileza ERCO

94


**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

Glen Hughes
 Director de construcción
 para la compañía The New
 York Times durante el diseño,
 construcción y
 comisionamiento del edificio
 corporativo

El ahorro de energía
 corresponde a la instalación
 de iluminación y
 refrigeración.
 Un 25% de ese ahorro
 corresponde a la reducción
 de los costos en HVAC

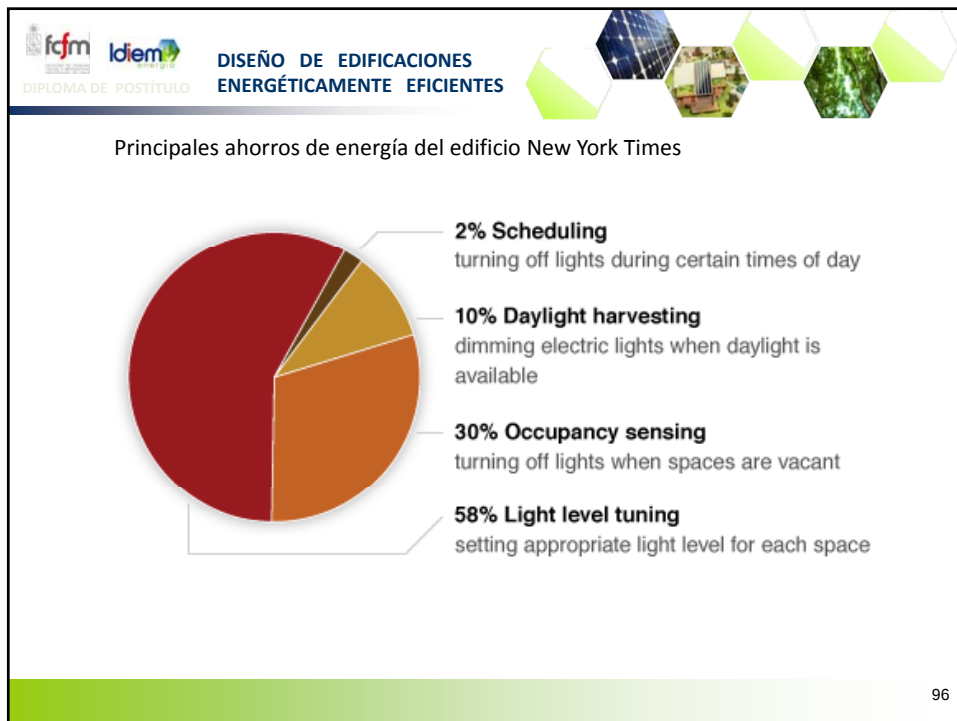

 "We designed our building to use
 1.28 Watts per square foot of lighting
 power. With Quantum., it's only
 using 0.38 — that's 70% less."

Glenn Hughes, Director of Construction for
 The New York Times Company during design, installation,
 and commissioning of The New York Times Building

This facility saves over \$315,000 each
 year by managing light with Quantum.
 The New York Times, New York, New York, USA

Green Facts	
Buildings	1
Square Feet	600,000 sq. ft.
Lighting Fixtures	15,000
Lighting Energy Savings	70%
Annual CO ₂ Reduction	1,250 metric tons

95



**DISEÑO DE EDIFICACIONES
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES**

Conclusión:
La luz es el componente vital de cualquier espacio arquitectónico. Revela el volumen, las superficies, escalas y permite a sus ocupantes interactuar con su entorno.
Un diseño eficiente y planificado logrará optimizar el uso de la luz natural, un mayor confort de l usuario, el incremento de la productividad, la reducción de la energía y la flexibilidad de uso.

¿Es relevante el costo de un sistema de control complejo si se logran estos beneficios?

97