



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT

Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Metodología para el aprovechamiento de la iluminación natural en los edificios y las cuantificación de sus beneficios energéticos

Author: Alberto Hernández-Hernández

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2016-01
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 27
Mail: AHernandezH@iingen.unam.mx
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Objetivo

Proponer una metodología para aprovechar la iluminación natural en los edificios

- Satisfacer requerimientos lumínicos en horas diurnas
- Provocar con el uso de iluminación directa o indirecta sensación de confort térmico en los usuarios



Planteamiento del problema

Tabla 1. Porcentaje de usos finales de la energía por tipo de edificio comercial y de servicios en México

<u>PROMEDIO</u>	AIRE	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
<u>NACIONAL</u>	ACONDICIONADO					
	%	%	%	%	%	%
HOTEL	57.60	22.96	3.67	8.00	0.00	7.78
OFICINAS	50.26	32.04	1.01	8.61	4.64	3.44
ESCUELA	38.91	46.26	0.03	5.90	6.80	2.19
HOSPITAL	57.90	15.11	10.56	8.15	2.81	5.47
RESTAURANTE	37.92	31.57	26.01	0.00	2.12	2.38
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	51.23	29.03	9.91	2.93	0.88	6.03



Metodología



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2016





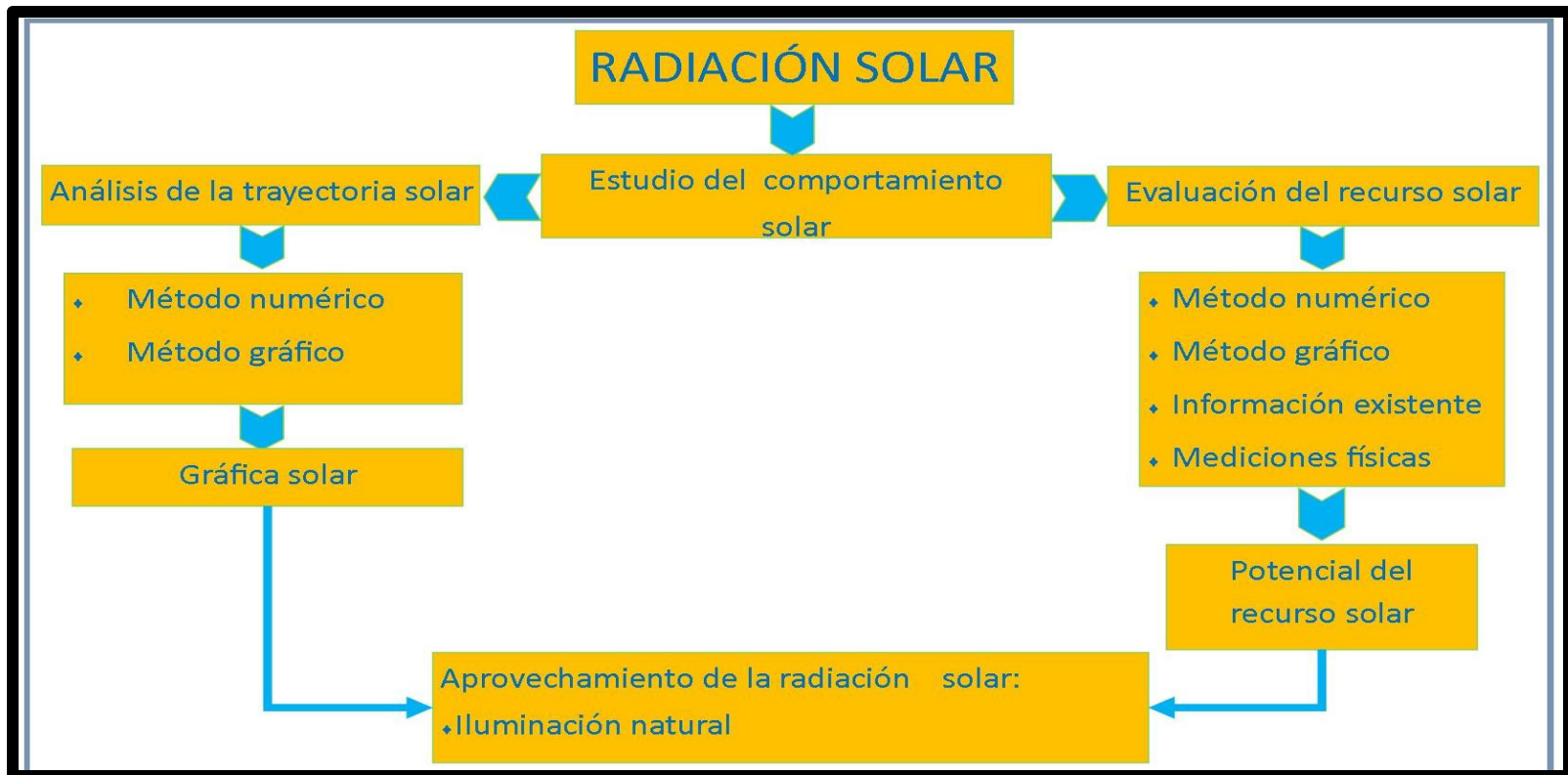
Esta constituida por tres etapas:

- Evaluación del potencial de la iluminación natural
- Aprovechamiento de la iluminación natural
- Beneficios energéticos por el uso de la iluminación natural en los edificios



1. Evaluación del potencial de la iluminación natural

Figura 1. Esquema de la radiación solar: análisis de la trayectoria solar y evaluación del recurso solar





Software Biosol

Datos de entrada para estimar la iluminancia exterior global y difusa:

- Latitud, longitud y altura
- Irradiancias global y difusa mensuales en superficies horizontales (Wh/m^2 o MJ/m^2)



Tabla 2. Iluminancia global horaria en superficies horizontales, para Texcoco, México

ESTIMACIÓN DE ILUMINANCIA HORARIA MEDIA MENSUAL SOBRE SUPERFICIES HORIZONTALES													
Localidad	Texcoco, Estado de México		Latitud			19.511258	Longitud			-98.990669	Altitud [m]		2250
Hora/Mes	Iluminancia Global Horizontal [klux]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
01:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
02:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
03:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
04:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
05:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
06:00	0.000	0.000	0.000	3.628	6.185	7.126	6.230	3.342	0.000	0.000	0.000	0.000	
07:00	7.164	10.911	15.900	19.859	22.079	21.840	21.115	18.170	15.012	10.467	6.977	5.631	
08:00	25.182	30.179	35.481	39.003	40.313	38.848	38.441	35.355	33.409	28.005	24.659	22.719	
09:00	42.453	50.283	56.069	58.757	58.870	56.055	56.053	53.199	52.728	46.799	43.638	41.209	
10:00	59.061	65.238	71.064	76.019	74.940	70.906	71.303	68.787	69.805	63.616	60.802	55.481	
11:00	70.599	77.081	82.975	84.105	82.235	80.971	81.662	79.427	81.544	75.252	72.748	66.657	
12:00	74.695	81.268	87.170	88.049	85.888	84.524	85.324	83.195	85.712	79.391	73.871	70.627	
13:00	70.536	77.006	82.894	84.035	82.186	80.949	81.642	79.402	81.513	75.213	72.704	66.594	
14:00	59.024	65.184	70.996	75.971	74.901	70.880	71.280	68.759	69.776	63.585	60.774	55.446	
15:00	42.499	50.312	56.091	58.767	58.871	56.053	56.051	53.200	52.735	46.816	43.667	41.244	
16:00	25.240	30.248	35.557	39.073	40.368	38.883	38.472	35.391	33.451	28.056	24.715	22.777	
17:00	7.200	10.969	15.959	19.929	22.145	21.889	21.156	18.193	15.049	10.498	7.012	5.662	
18:00	0.000	0.000	0.000	3.651	6.221	7.149	6.247	3.356	0.000	0.000	0.000	0.000	
19:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
20:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
21:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
22:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
23:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	



Tabla 3. Iluminancia difusa promedio mensual (klux) en superficies horizontales y verticales, para Texcoco

Mes / Fachada	Sur	Norte	Este	Oeste	Horizontal
Ene	16.10	6.45	10.39	10.41	15.64
Feb	15.28	6.84	11.49	11.51	18.15
Mar	12.82	6.98	12.37	12.39	20.55
Abr	9.35	7.92	13.74	13.77	23.41
May	7.40	9.82	13.71	13.74	23.70
Jun	7.74	11.61	13.94	13.96	23.92
Jul	7.64	10.20	13.93	13.95	23.81
Ago	9.38	8.05	13.68	13.69	23.48
Sep	14.02	7.90	13.75	13.77	23.29
Oct	16.72	7.56	12.60	12.62	20.55
Nov	17.47	7.04	11.25	11.27	17.84
Dic	16.63	6.41	10.14	10.16	15.43



2. Aprovechamiento de la iluminación natural

a) Estudio del bioclima

b) Aprovechamiento de la iluminación natural directa e indirecta



a) Estudio del bioclima

Figura 2. Diagrama con las etapas del estudio del bioclima

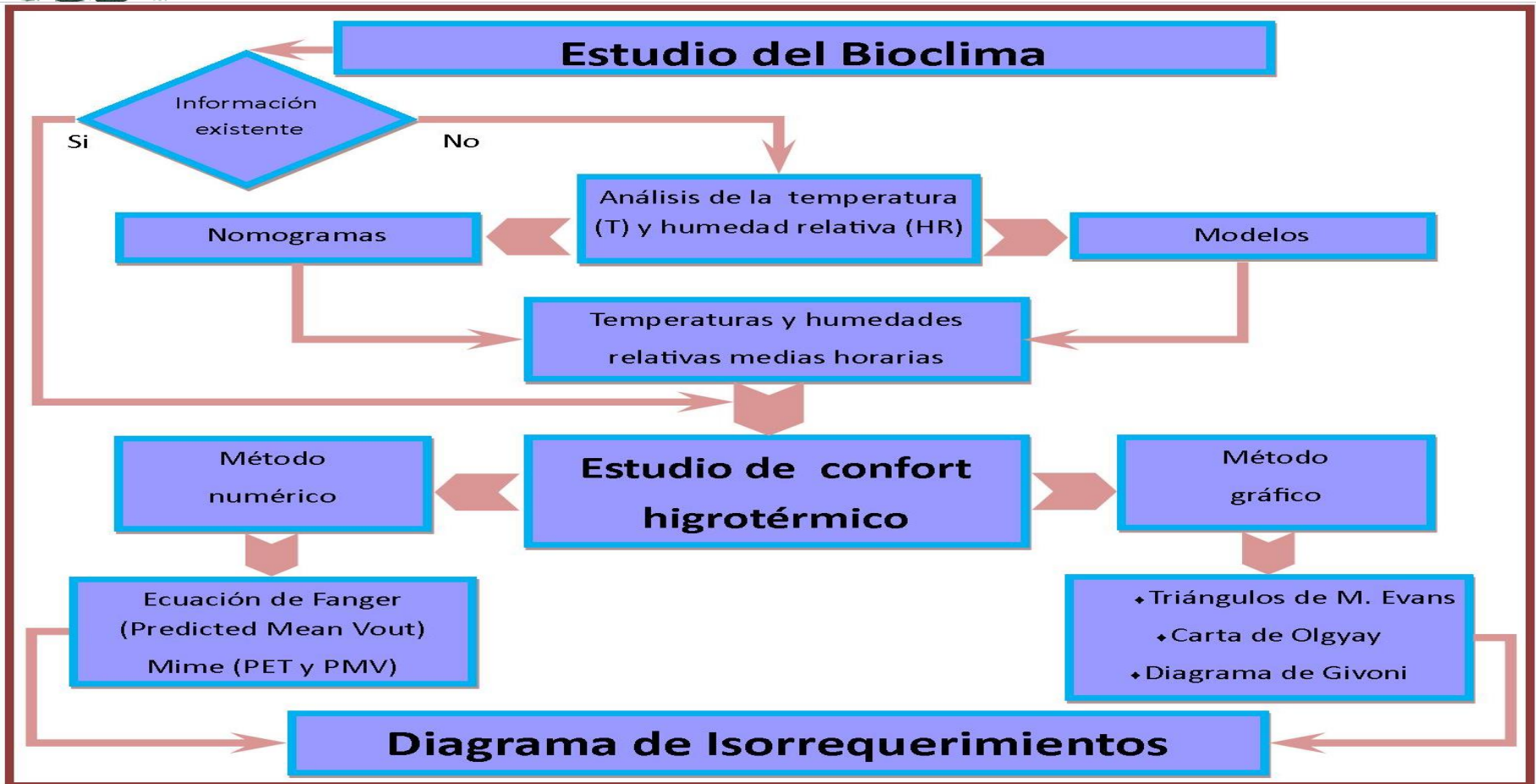




Diagrama de isorrequerimientos, muestra las sensaciones higrotérmicas horarias de:

- Frío
- Calor
- Confort



Figura 3. Diagrama de isorrequerimientos para Texcoco, México

Hora/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
01:00												
02:00												
03:00												
04:00												
05:00												
06:00												
07:00												
08:00												
09:00												
10:00												
11:00												
12:00												
13:00												
14:00												
15:00												
16:00												
17:00												
18:00												
19:00												
20:00												
21:00												
22:00												
23:00												
00:00												



b. Aprovechamiento de la iluminación natural directa e indirecta

- Se estableció un horario entre las 6 - 18 horas
- Se determinaron las horas en las que se presentan sensaciones de calor y confort en el DDI, y se sobreponen los valores de iluminancia difusa horaria de la fachada norte en esas horas en el DDI (Tabla 4)



Tabla 4. Valores de iluminancia difusa horaria de la fachada norte (klux), sobrepuestos en el DDI cuando se presentan sensaciones de calor y confort, para Texcoco

Hora/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
06:00	[Blue shaded cell]											
07:00	[Blue shaded cell]											
08:00	[Blue shaded cell]											
09:00	[Blue shaded cell]			10.15	12.74	14.22	[Blue shaded cell]					
10:00	[Blue shaded cell]	10.01	9.90	10.08	11.49	13.29	11.64	10.11	10.98	10.92	[Blue shaded cell]	
11:00	9.82	9.69	8.95	7.98	8.34	11.58	9.58	9.03	10.42	10.94	10.82	10.24
12:00	9.76	9.43	8.33	6.57	5.68	10.16	7.55	7.98	9.96	10.81	10.92	10.24
13:00	9.80	9.67	8.93	7.97	8.33	11.56	9.57	9.02	10.40	10.91	10.78	10.22
14:00	9.69	10.00	9.88	10.05	11.46	13.26	11.62	10.09	10.96	10.89	10.40	9.98
15:00	8.87	8.96	9.61	10.16	12.74	14.21	12.87	10.20	10.66	10.07	9.23	8.15
16:00	5.92	7.03	8.02	9.46	12.52	13.73	12.62	9.56	8.93	7.90	6.77	5.80
17:00	2.82	4.17	4.85	7.61	10.21	11.24	10.30	6.44	5.43	4.01	3.17	2.42
18:00	0.00	0.00	0.00	3.04	5.84	6.50	5.62	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00



- ❑ Se determinaron las horas en las que se presenta sensación de frío en el DDI, y se sobreponen los valores de iluminancia global horaria de la fachada norte en esas horas en el DDI (Tabla 5)



Tabla 5. Valores de iluminancia difusa horaria de la fachada norte (klux), sobrepuestos en el DDI cuando se presentan sensaciones de calor y confort, para Texcoco

Hora/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
06:00	0.00	0.00	0.00	4.34	8.82	11.06	9.42	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00
07:00	2.79	4.13	4.77	9.96	15.98	17.48	15.44	8.70	5.37	3.95	3.14	2.39
08:00	5.86	6.95	7.94	10.24	18.05	20.33	17.74	10.26	8.88	7.83	6.70	5.74
09:00	8.85	8.93	9.59				16.94	10.20	10.66	10.05	9.20	8.12
10:00	9.71										10.43	9.99
11:00												
12:00												
13:00												
14:00												
15:00												
16:00												
17:00												
18:00												



Posteriormente se cuantificaron los recuadros – horas- de iluminancia difusa y global sobrepuestos en el DDI que cuentan con un valor de 0 klux:

- 14 recuadros equivalente al 8.97% de tiempo
- 91.3% se puede suministrar iluminación natural directa o indirecta
- 156 recuadros equivalen 100% de tiempo



Tarea visual del puesto de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (lux)	Mínimo valor de iluminancia difusa horaria en fachada norte : 2420 luxes	Mínimo valor de iluminancia global horaria en fachada norte : 2390 luxes
En exteriores: distinguir el área de tránsito	20	✓	✓
En interiores, distinguir el área de tránsito	50	✓	✓
En interiores	100	✓	✓
Requerimiento visual simple	200	✓	✓
Distinción moderada de detalles	300	✓	✓
Distinción clara de detalles	500	✓	✓
Distinción fina de detalles	750	✓	✓
Alta exactitud en la distinción de detalles	1000	✓	✓
Alto grado de especialización en la distinción de detalles	2000	✓	✓

Tabla 6. Niveles de iluminación (lux) requeridos en distintas áreas de trabajo en México comparados con los mínimos valores horarios de iluminancia global y difusa para Texcoco, marcando con “√” si cumple o con “X” si no cumple



3. Beneficios energéticos por el uso de la iluminación natural en los edificios

Para cuantificar algunos de los beneficios energéticos se sugiere seguir la siguiente guía:

- Conocer el horario promedio mensual en que es utilizada la iluminación artificial dentro del edificio de estudio cuando se dispone de iluminación natural –horas diurnas-



Tabla 7. Valores de iuminancia difusa (color blanco) y global (color azul) horaria en fachada norte (klux) sobrepuestos en el DDI según los requerimientos de iluminación natural, con horario de 6:00-9:00 horas, para Texcoco

Hora/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
06:00	0.00	0.00	0.00	4.34	8.82	11.06	9.42	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00
07:00	2.79	4.13	4.77	9.96	15.98	17.48	15.44	8.70	5.37	3.95	3.14	2.39
08:00	5.86	6.95	7.94	10.24	18.05	20.33	17.74	10.26	8.88	7.83	6.70	5.74
09:00	8.85	8.93	9.59	10.15	12.74	14.22	16.94	10.20	10.66	10.05	9.20	8.12



- ❑ Se contabilizan los cuadros –horas- que hay niveles de iluminancia con un valor >0 (klux) entre las 6:00-9:00 horas, ese calculo se realiza por mes –Total de 1251 horas-
- ❑ El número de horas total que se tiene iluminancia con valores >0 (klux) se multiplican por la potencia y número de focos que se esta evitando utilizar con la iluminación natural



- La cantidad resultante en W se convierte a kWh obteniendo el siguiente resultado: 75.06 kWh/año de ahorro en una vivienda utilizando la iluminación natural
- INEGI (2015) 40.6% de las viviendas en México cuenta con una cifra de 6 a 10 focos.



Conclusiones



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2016





- Requerimientos de iluminación en los edificios
- Provocar sensaciones de confort térmico a los usuarios



- Estimar el potencial de iluminancia exterior en los edificios
- Proponer iluminación que se debe de utilizar (directa o indirecta) según los requerimientos de climatización DDI
- Porcentaje de horas diurnas que se dispone de iluminación natural, caso de estudio: 91.3%



- Beneficios energéticos: 75.06 kWh/año
- La iluminación natural se puede aprovechar hasta 100% tiempo
- Puede variar según el clima y localización geográfica



Bibliografía y referencias

- Almanza, R., & Cajigal, V. (2005). Irradiaciones global, directa y difusa, en superficies horizontales e inclinadas, así como irradiación directa normal, en la República Mexicana. México: Serie Investigación y Desarrollo, UNAM.
- García, I. & Morillón D. (2011). Línea base del uso final de la energía eléctrica en edificios comerciales y de servicios de la República Mexicana: Indicadores energéticos. Tesis UNAM
- Gillette, G., Pierpoint, W., & Treado, S. (1984). A general illuminance model for daylight availability. Journal of IES, 330-340.
- Leung, T. C., Rajagopalan, P., & Fuller, R. (2013). Performance of a daylight guiding system in an office building. Solar Energy, 253,265.
- Morillón Gálvez, D. (2004). Atlas del bioclima de México. México, D.F.: Serie Investigación y Desarrollo, UNAM.
- Pérez, R., Ineichen, P., & Seals, R. (1990). Modelling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. Solar Energy, 271-289.
- Preciado Olvera, O. U., & Morillón Gálvez, D. (2010). Metodologías para la evaluación del potencial de la iluminación natural y su aprovechamiento en los edificios: caso de estudio Pachuca, Hidalgo. Memorias XXXIV de la Asociación Nacional de la Energía Solar.
- Preciado Olvera, O. U., & Morillón, G. D. (2010). BIOSOL: Software para el estudio del bioclima, control solar e iluminación natural. Memorias de la IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVIIISPES).



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)