



Title: Strategies for passive climate control and energy saving of a house considering the bioclimate of the place

Authors: HERNÁNDEZ-GÓMEZ, Víctor Hugo, MORILLÓN-GÁLVEZ, David, OLVERA-GARCÍA, Omar and GUZMAN-TINAJERO, Pedro

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2022-01

BCIERMMI Classification (2022): 261022-0001

Pages:19

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 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

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

El cuerpo humano tiene una temperatura interna de 37 °C.

Cuando la temperatura del medio donde se encuentra le produce una sensación de calor o frescura en mayor o menor grado, el cuerpo es capaz de adaptarse a estas variaciones.

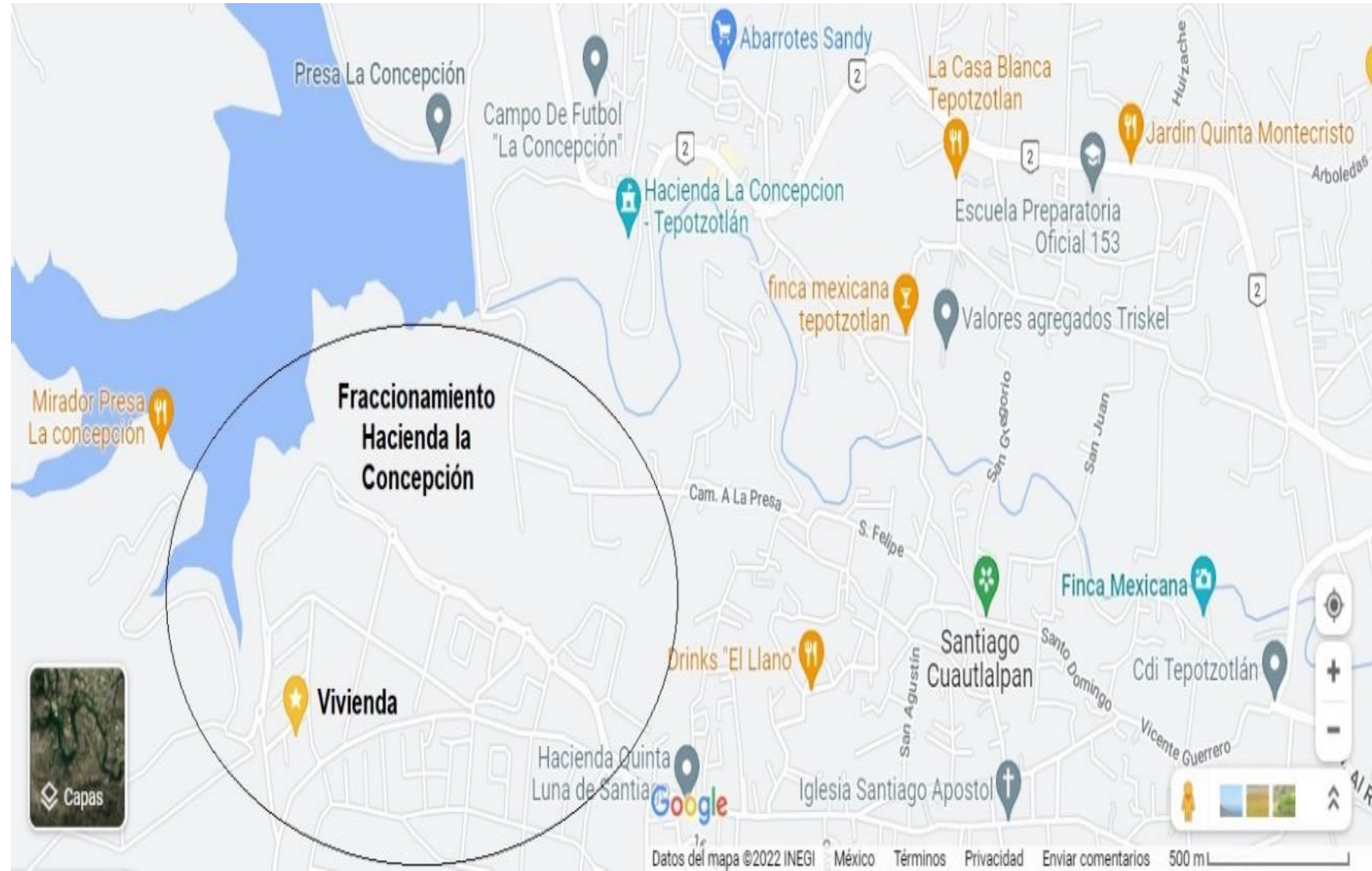


Cuando no es posible adaptarse al medio en forma natural, se recurre a mecanismos de protección como la ropa y estructuras donde puedan resguardarse. Estas estructuras no están construidas respecto al medio ambiente y en ocasiones se requiere de equipos que le permitan modificar la temperatura y humedad del ambiente.



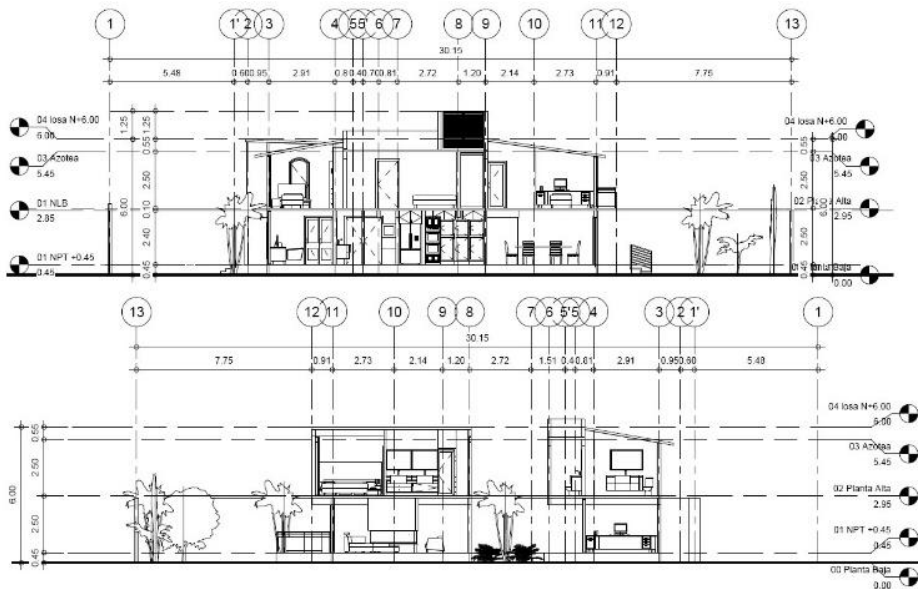
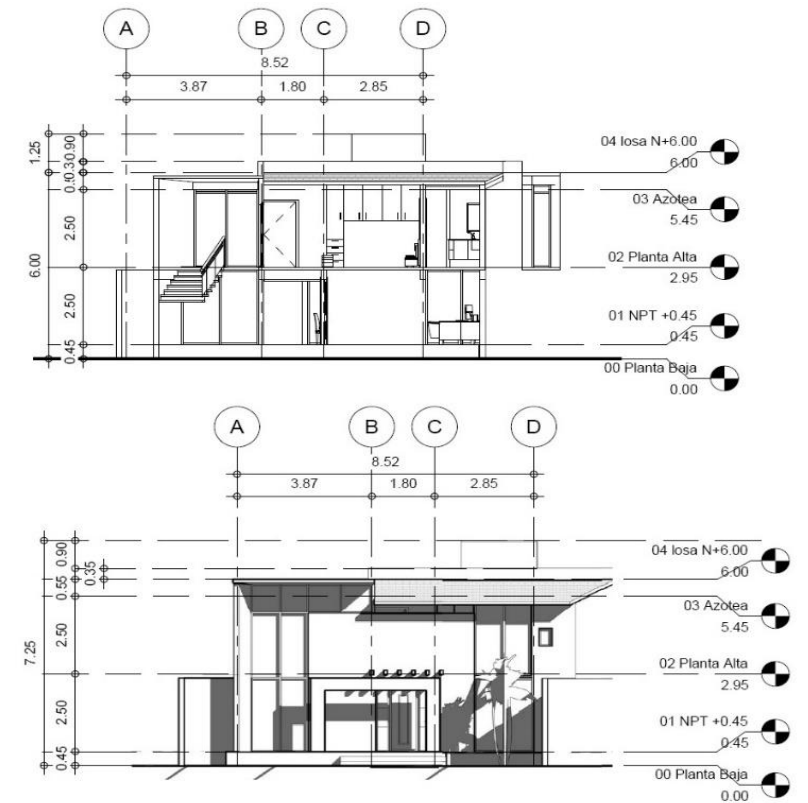
En este artículo se presentan estrategias para climatizar una vivienda ubicada en el Fraccionamiento Presa la Concepción, donde se incluyen técnicas para el aislamiento de la envolvente así como de sistemas pasivos.

Santiago Cuautlalpan, ubicado a una latitud de 19.685° , longitud de -99.286° y altura sobre el nivel del mar de 2,340 m, se encuentra cerca del centro de Tepetzotlán, Estado de México. Dentro del pueblo se encuentra el parque ecoturístico presa la Concepción



Características de la vivienda

Se tiene un predio de geometría casi rectangular con una superficie de 317.836 m², el inmueble cuenta con planta baja y primer nivel, con 262.32 m² y 3 cajones de estacionamiento. La planta baja incluye el acceso peatonal, vestíbulo, escalera, estudio, sanitario, estancia, comedor y cocina. La planta alta contiene 4 recamaras cada una de ellas con sanitario.



Datos climatológicos

En la tabla se presentan los valores de temperatura máximos y mínimos de la zona, se combinaron los datos históricos presentados en la página weatherspark.com y los datos climatológicos de la estación climatológica que se encuentra en Presa la Concepción

Prom	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Max °C	21.2	23	25.2	26.5	26.1	24.5	22.8	23	22.4	21.9	21.9	21.5
Prom °C	12.1	13.3	15.2	16.9	17.5	17.5	16.5	16.7	16.4	14.9	13.4	12.3
Mín °C	3	3.5	5.1	7.2	8.8	10.4	10.2	10.3	10.4	7.9	4.8	3.1

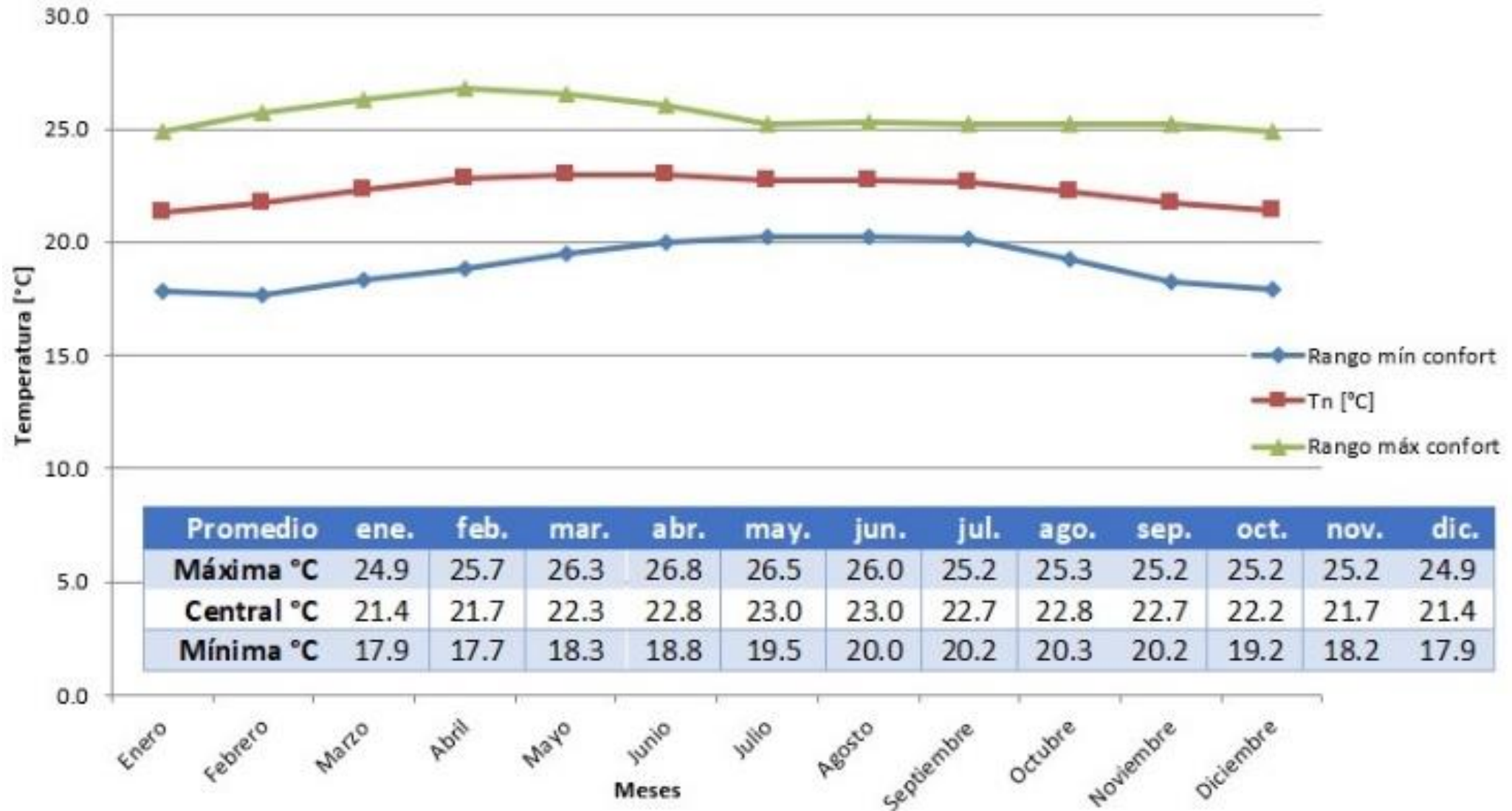
La temporada de lluvia se concentra en los meses de abril a noviembre, siendo el mes de julio el que presenta mayor precipitación con 117 milímetros de lluvia en promedio y diciembre el de menor con 3 milímetros de lluvia en promedio. En cuanto al viento, del 24 de enero al 26 de abril se reportan velocidades promedio del viento de más de 8.2 kilómetros por hora, siendo marzo el de mayor velocidad con promedios de 9.2 kilómetros por hora. Del 26 de abril al 24 de enero la velocidad del viento es menor siendo diciembre el mes con menor velocidad del viento con promedios de 7.4 kilómetros por hora.

Fracción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	non	dic
Nublado %	40	34	35	40	49	75	84	85	87	72	49	44
Despejado %	60	66	65	60	51	25	16	15	13	28	51	56
Lluvia mm	6.9	6.4	6.2	13.1	34.6	103.7	116.8	109.6	106.6	45.4	10.0	3.1
Viento km/h	8.0	8.6	9.2	8.6	8.1	8.3	8.2	8.3	8.7	8.2	7.5	7.4

En cuanto a radiación solar, del 9 de marzo al 6 de junio es la temporada con mayor radiación solar presentando valores promedio mayores a 6.9 kWh/m², siendo el mes de abril el que recibe mayor radiación con valores promedio de 7.3 kWh/m². Del 8 de noviembre al 25 de enero se presenta el periodo con menor radiación directa presentando valores promedio menores a 5.4 kWh/m², donde diciembre presenta el valor más bajo promedio de 5.0 kWh/m².

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Energía solar kWh	5.3	6.2	7.0	7.4	7.2	6.5	6.3	6.2	5.8	5.7	5.3	5.0

Zona de confort de Presa la Concepción. *Fuente: Elaboración propia con el software Biosol (Preciado, 2010)*



Valores horarios de temperatura ambiental promedio mensual de Presa la Concepción. *Fuente: Elaboración propia con el software Biosol (Preciado, 2010).*

Hora	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
00:00	7.8	8.4	9.9	11.5	12.5	13.3	12.9	13.1	13.2	11.4	9.2	8.0
01:00	6.9	7.5	9.0	10.7	11.8	12.8	12.3	12.6	12.7	10.7	8.4	7.1
02:00	6.2	6.7	8.3	10.0	11.2	12.3	11.9	12.1	12.2	10.2	7.7	6.3
03:00	5.5	6.1	7.6	9.5	10.7	11.9	11.6	11.8	11.9	9.7	7.2	5.7
04:00	5.0	5.6	7.1	9.0	10.3	11.6	11.3	11.5	11.6	9.4	6.7	5.2
05:00	4.6	5.1	6.7	8.6	10.0	11.4	11.1	11.2	11.3	9.1	6.3	4.8
06:00	4.3	4.8	6.4	7.2	9.0	10.7	10.4	10.4	10.4	8.8	6.0	4.4
07:00	3.2	4.1	6.3	9.2	11.4	12.8	12.2	11.9	11.3	8.5	5.1	3.3
08:00	5.7	7.2	10.0	13.2	15.2	16.0	15.1	14.6	13.7	10.8	7.5	5.6
09:00	9.7	11.7	14.8	17.8	19.2	19.3	18.0	17.6	16.5	14.1	11.4	9.7
10:00	14.0	16.1	19.1	21.7	22.5	21.8	20.3	20.1	19.0	17.2	15.3	13.9
11:00	17.4	19.6	22.4	24.5	24.7	23.5	21.9	21.8	20.9	19.6	18.5	17.5
12:00	19.8	21.8	24.4	26.0	25.8	24.4	22.6	22.8	22.0	21.2	20.6	19.9
13:00	20.9	22.8	25.1	26.4	26.0	24.4	22.7	23.0	22.4	21.8	21.7	21.2
14:00	21.1	22.8	24.9	26.0	25.4	23.9	22.3	22.6	22.2	21.7	21.8	21.4
15:00	20.5	22.0	23.9	24.9	24.3	22.9	21.4	21.8	21.5	21.1	21.2	20.8
16:00	19.3	20.7	22.4	23.3	22.9	21.7	20.4	20.8	20.6	20.1	20.1	19.7
17:00	17.8	19.0	20.7	21.6	21.3	20.5	19.2	19.7	19.5	18.9	18.7	18.2
18:00	16.2	17.2	18.8	19.8	19.7	19.2	18.1	18.5	18.4	17.6	17.1	16.5
19:00	14.5	15.5	17.0	18.1	18.2	17.9	17.0	17.3	17.3	16.4	15.5	14.8
20:00	12.9	13.7	15.2	16.5	16.8	16.7	15.9	16.3	16.3	15.1	14.0	13.2
21:00	11.4	12.2	13.6	15.0	15.5	15.7	15.0	15.3	15.4	14.0	12.6	11.7
22:00	10.0	10.7	12.2	13.7	14.3	14.8	14.2	14.5	14.5	13.0	11.3	10.3
23:00	8.8	9.5	11.0	12.5	13.3	14.0	13.5	13.7	13.8	12.1	10.2	9.0

Valores horarios de humedad relativa promedio mensual de Presa la Concepción. *Fuente: Elaboración propia con el software Biosol (Preciado, 2010)*

Hora (TSV)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
00:00	70	67	64	64	68	74	76	76	76	72	69	69
01:00	72	69	66	66	69	75	78	77	78	74	71	72
02:00	74	71	68	68	71	77	79	79	80	76	73	74
03:00	76	73	69	69	72	78	80	80	81	77	75	75
04:00	78	74	71	70	73	79	81	81	82	78	76	77
05:00	79	75	72	71	74	80	82	82	83	79	77	78
06:00	80	76	72	75	77	82	84	84	86	80	78	79
07:00	83	78	73	70	71	75	78	80	83	81	80	82
08:00	76	70	64	60	61	65	69	70	75	74	73	76
09:00	64	58	52	49	50	55	59	61	65	63	63	64
10:00	52	47	42	40	41	47	51	52	56	54	52	53
11:00	43	38	34	33	36	42	46	47	50	46	43	43
12:00	36	32	29	29	33	40	43	44	46	41	37	36
13:00	33	30	28	28	32	40	43	43	45	39	34	32
14:00	32	30	28	30	34	41	45	44	46	40	33	32
15:00	34	32	31	32	37	44	48	47	48	41	35	33
16:00	37	35	34	36	40	48	51	50	51	45	38	37
17:00	42	39	38	40	44	52	55	54	54	48	42	41
18:00	46	44	43	44	49	56	59	58	58	52	47	45
19:00	51	49	47	49	53	60	62	61	62	56	51	50
20:00	55	53	51	52	56	63	66	65	66	60	55	55
21:00	60	57	55	56	60	66	69	68	69	64	59	59
22:00	64	61	58	59	63	69	72	71	72	67	63	63
23:00	67	64	61	62	65	72	74	73	74	70	66	66

Propiedades psicrométricas del aire

Humedad específica y entalpía para el análisis

		Estado	T_{BS} °C	ϕ %	W kgv/kgda	H kJ/Kg
Enero	Interna	A	16.0	50	0.0056677	30.29
	Confort	B	21.4	50	0.0078866	41.36
Abril	Interna	A	27.0	50	0.0112817	55.65
	Confort	B	22.8	50	0.0086166	44.63

Proceso psicrométrico involucrado

Después de realizar los cálculos correspondientes se obtuvo:

Para el mes de Enero: Proceso de Calentamiento con humidificación.

Para el mes de Abril: Proceso de Enfriamiento con deshumidificación.

Determinación de la carga sensible de la vivienda

	Enero		Abril	
	Planta baja	Primer Nivel	Planta baja	Primer Nivel
Ocupantes W	558.12	558.12	558.12	558.12
Equipos W	2256.741	745.254	2256.741	745.254
Medio ambiente W	-3988.62	-10523.29	306.82	809.48
Radiación W	11901.93	81682.47	6492.45	117514.80
Total kW	10.73	72.46	9.61	119.63
Toneladas de refrigeración TR	3.05	20.60	2.73	34.02
Flujo de aire requerido Kg/s	1.98	13.35	2.28	28.34

Resultados del balance térmico

Estrategias para reducir la carga de calor sensible de la vivienda

a) Aislamiento térmico de la envolvente y empleo de recubrimientos

De la tabla podemos observar que la radiación solar es la que más impacta en el aporte de calor, seguido de la interacción de la envolvente con el medio ambiente, por lo cual, se pueden realizar algunas recomendaciones:

Para reducir el flujo de calor a través de los muros y techos se puede emplear recubrimientos adicionales, puede ser que se incremente el espesor de los aplanados o inclusive añadir otro material, por ejemplo, en algunas casas forran las paredes con madera o loseta, o en el caso del techo, además de incrementar el espesor del aplanado, se puede utilizar en la parte exterior un enladrillado, esto hace que se incremente la resistencia térmica de la envolvente. Para el caso de las ventanas, se pueden utilizar ventanas con doble vidrio, lo cual incrementaría su resistencia térmica y amortiguarían las variaciones de temperatura ambiental que se puedan tener.

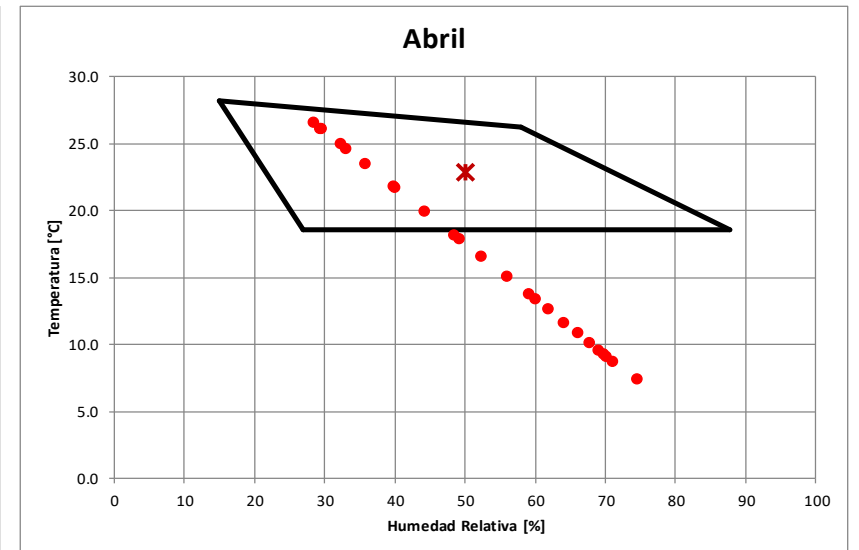
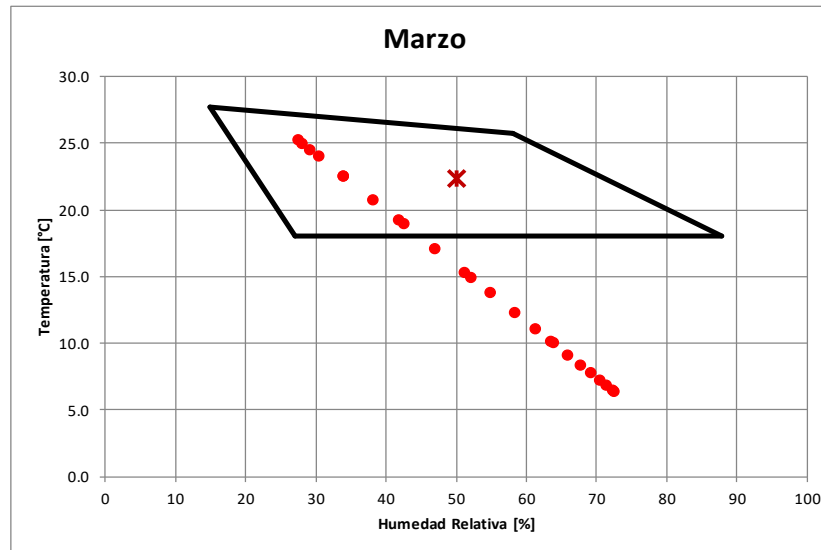
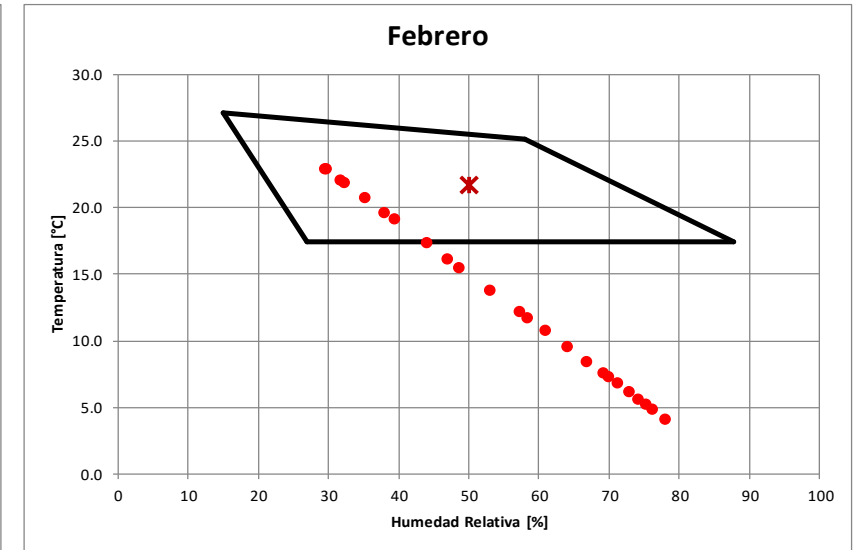
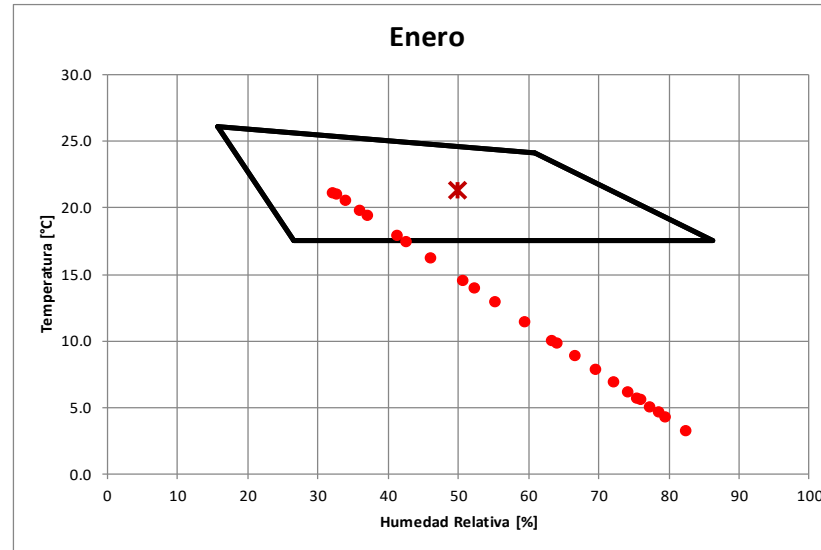
Para el caso de la radiación solar, el techo es el elemento que tiene mayor ganancia de calor, por lo cual es necesario aislarlo. Puede utilizarse un recubrimiento cuya absorptancia sea lo más pequeña posible, por ejemplo, se tiene el aislante e impermeabilizante acrílico Roof Mastic® de Comex el cual tiene una reflectancia de 0.83 a 0.85, emitancia térmica de 0.89 a 0.90 y conductividad térmica de 0.99 a 0.10 W/m°K. Para el caso de las paredes, se pueden utilizar pinturas reflectivas como la Doal que tiene 0.87 de reflectancia.

	Enero		Abril	
	Planta baja	Primer Nivel	Planta baja	Primer Nivel
Ocupantes W	558.12	558.12	558.12	558.12
Equipos W	2256.741	745.254	2256.741	745.254
Medio ambiente W	-2873.13	-8821.39	221.01	678.57
Radiación W	3159.83	17714.00	1786.56	24296.54
Total kW	3.10	10.20	4.82	26.28
Toneladas de refrigeración TR	0.88	2.90	1.37	7.47
Flujo de aire requerido Kg/s	0.57	1.88	1.14	6.23
Ahorro en KW	7.63	62.27	4.79	93.35
Ahorro en %	71.09	85.93	49.84	78.03
Kg de CO₂ que se dejan de emitir	3.23	26.34	2.03	39.49

Resultados obtenidos al aplicar las estrategias de aislamiento térmico con recubrimientos

b) Técnicas pasivas

El estudio de bioclima se realizó con base en los diagramas bioclimáticos de Olgyay (Olgyay, 1963), adaptados para el lugar, con las temperaturas centrales de confort, la temperatura ambiental media de cada mes y considerando el 50% de humedad relativa.



Diagramas bioclimáticos de Olgyay, para cada mes de Presa la Concepción. *Fuente: Elaboración propia con el software Biosol (Preciado, 2010)*

Con los datos estadísticos del lugar se pueden determinar las condiciones térmicas del lugar, en donde se aprecia las horas del día en las que existe frío, calor o se encuentra en confort térmico. Las estrategias de diseño bioclimático y las recomendaciones de sistemas pasivos de climatización se realizarán con base a esta información, la cual se presenta en la figura

Tepotzotlan, EMx												
HORA/MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
00:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
01:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
02:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
03:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
04:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
05:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
06:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
07:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
08:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
09:00	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
10:00	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
11:00	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0
18:00	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
19:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
20:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
21:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
22:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
23:00	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

-1 FRÍO 0 CONFORT 1 CALOR

Bioclima en Presa de Concepción, Estado de México.
 Fuente:
Elaboración propia con el software Biosol (Preciado, 2010)

Se observa que en los meses de enero y diciembre predomina el frío, entre marzo y junio predomina el confort durante el día y en los meses de febrero y de julio a noviembre es fresco en las mañanas y noche. Ante estas situaciones las estrategias para las tres condiciones sería calentamiento durante los meses fríos y frescos, en el último caso solo en las mañanas y ventilar durante el día en los meses de confort.

La ventilación puede ser cruzada, unilateral y con descarga del aire caliente por el techo, además, reforzar mediante chimeneas solares, espacios sombreados o con diferencia de presión, como un patio central sombreado, o con fuentes y espejo de agua.

Para el calentamiento pasivo, las ventanas permitirán la entrada directa de la radiación solar, se recomienda que sean de doble vidrio para evitar pérdida de calor durante la noche y se puede reforzar el calentamiento con un invernadero de ventana, recordando que puede modificar temperatura, humedad y olor al cuarto donde se encuentre. Las ventanas deberán contar con aleros diseñados para permitir la entrada de calor por las mañanas y tardes, evitando la entrada en las horas que se tiene confort térmico.

Los lados este y oeste son los que presentan mayor cantidad de ventanas, por lo que será necesario protegerlas, en especial a las del primer nivel donde se requiere enfriamiento. También puede controlarse por medio de cortinas, por ejemplo, si se requiere calentamiento estas deberán abrirse, en caso contrario se cierran para evitar ganancia directa de calor.

También se puede aprovechar al viento y canalizar un flujo de aire que retire el calor que se encuentra dentro de la edificación, específicamente del primer nivel, las direcciones del viento que predominan durante el año son al este y oeste, lo que es ideal para la edificación por su diseño, sólo es necesario permitir su entrada mediante ventilas en muros o por las mismas ventanas.

Conclusión

El empleo de recubrimientos, aislantes térmicos, sistemas pasivos y el aprovechamiento del sol y el viento, son estrategias que nos permiten alcanzar las condiciones de confort de una edificación, sin el empleo de sistemas convencionales de climatización que consumen demasiada energía. Esto nos permite ahorrar energía que provoca disminución en nuestra facturación energética y reducción del consumo de combustibles y emisión de gases de efecto invernadero.



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. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)