

Eficiencia energética de una vivienda en la ciudad de Santiago de Querétaro, México

Energy efficiency of a house in Queretaro city, Mexico

LDI Ana Bárbara Reyna Basurto
Egresada Maestría en Arquitectura
breynab@hotmail.com

M. en C. Héctor Ortiz Monroy
Docente en Lic. y en Posgrado, UAQ
hector.ortiz@uaq.mx

M. en C. Verónica Leyva Picazo
Coord. en Maestría en Valuación de Bienes y
Docente en Lic. y en Posgrado, UAQ
verisleyva@hotmail.com

RESUMEN

En el presente artículo se explican brevemente los elementos naturales como la radiación solar, los vientos, el clima del lugar, la temperatura, la humedad, la vegetación y los materiales de construcción, los cuales se pueden utilizar a nuestro favor cuando se desea lograr construir o mejorar una edificación.

Al modificar el proyecto inicial se espera mejorar la temperatura interior del bien inmueble para brindar a los usuarios un confort térmico en el interior de la vivienda, por medio de estrategias bioclimáticas pasivas y así lograr un ahorro energético a corto, mediano y largo plazo al evitar calefactar el inmueble en invierno o enfriarlo en verano.

PALABRAS CLAVE

Arquitectura, diseño arquitectónico, materiales de construcción, sustentabilidad, temperatura interior

Es importante considerar la información que existe sobre la arquitectura bioclimática, para poder extraer algunas estrategias bioclimáticas pasivas y aplicarlas en una vivienda real construida en la ciudad de Santiago de Querétaro, y analizarla en cuatro diferentes orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste.

ABSTRACT

In this article we briefly explain the natural elements such as solar radiation, winds, the climate of the place, temperature, humidity, vegetation and building materials, which can be used in our favor when we want to build or improve a building.

By modifying the initial project, it is expected to improve the interior temperature of the real estate to provide users with thermal comfort inside the home, through passive bioclimatic strategies and thus achieve energy savings in the short, medium and long term by avoiding heating the property in winter or cooling it in summer.

KEYWORDS

Architecture, Architectural design, construction materials, Interior temperature, Sustainability.

It is important to consider the information that exists about the bioclimatic architecture, in order to extract some passive bioclimatic strategies and apply them in a real house built in the city of Santiago de Querétaro, and analyze it in four different cardinal orientations: north, east, south and west.

AN- TECE- DEN- TES

El presente estudio pretende demostrar por medio de una simulación digital de una vivienda real en la ciudad de Santiago de Querétaro, la importancia que tiene realizar un cálculo energético tal cual está el bien inmueble. Así, por medio de la información que se puede obtener sobre la arquitectura bioclimática, analizar cuáles son las posibles estrategias bioclimáticas pasivas que puedan ser aplicadas a la misma vivienda, pero

en cuatro diferentes orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste.

El beneficio de este tipo de estudio, es crear un bienestar directamente al usuario final, quien vivirá los espacios de la vivienda día con día, ya que es el usuario quien percibe la sensación térmica que sufre el cuerpo humano ante las condiciones del entorno, como lo es el clima que tiene el lugar donde vive una persona (Olgyay, 1998).

México tiene una variedad de climas y estos son clasificados en diferentes tipos (INEGI, 2010). En la ciudad de Santiago de Querétaro se cuenta con un clima seco, en el cual la evaporación de la humedad es mayor, ya que las precipitaciones son escasas durante el año.

Existen varias guías de cómo realizar un análisis climático, en el cual se deben de estudiar los vientos dominantes, el asoleamiento, el clima, la temperatura máxima mínima y media del lugar, para de esta manera poder entender cómo se puede ayudar a la futura edificación para que tenga un confort térmico adecuado al rango de confort que va de 20°C a 25°C (Fernández, 1994).

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La arquitectura bioclimática toma en cuenta los elementos naturales, tales como el viento, el sol, la humedad, la nubosidad, la orientación, la temperatura de la zona y la vegetación que haya en el entorno en el cual se quiera construir (Kwok., 2015).

Para poder realizar el diseño se debe de analizar el entorno natural y el clima que tenga el lugar, así, primero se toman en cuenta posibles soluciones vernáculas a utilizar en la arquitectura.

Después se debe hacer un estudio de las necesidades de las personas que utilizarán el edificio o vivienda, y saber cuál es la temperatura mínima, media y máxima de la zona.

Teniendo todo esto se comenzará a definir el diseño de la edificación y así, poder puntualizar las medidas pasivas que se podrán aplicar para lograr un confort térmico en el interior de la vivienda, y a su vez lograr una eficiencia en ahorro de energía, tanto en enfriamiento y calentamiento de la misma.

En la arquitectura bioclimática es importante considerar los siguientes elementos naturales:

1. ASOLA- MIENTO

Para estudiar el asoleamiento de una vivienda, se debe analizar primero la ubicación, conocer la altitud y latitud del lugar, al igual que el equinoccio (primavera y otoño) y el solsticio (verano e invierno) para saber la trayectoria que tiene el sol en cada estación (Silver, 2008).

Al tener el diseño del proyecto en volumetría se puede estudiar la trayectoria solar en un simulador digital para saber la incidencia solar que tendrá la vivienda.

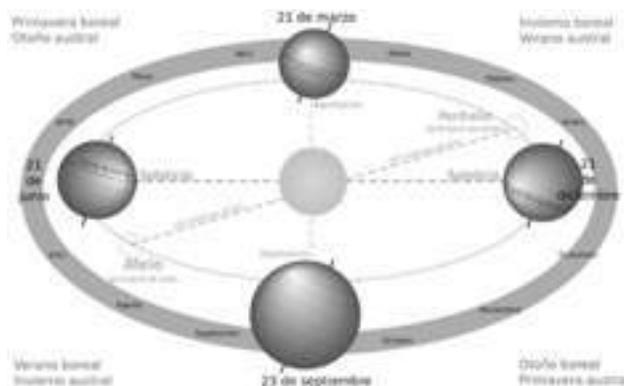


Figura 1.
Trayectoria solsticio y equinoccio
(mimeteo, 2015).

2. VIEN- TOS

Los vientos dominantes dependerán de la ubicación geográfica que se vaya a estudiar. Lo anterior debido a que existen ciertos aspectos que influyen en que haya diferentes corrientes de aire como la velocidad del viento, que en sí, trata de equilibrar la temperatura dependiendo de la latitud, lo cual está relacionado con el calentamiento irregular de la atmósfera.

El viento al fluir en una dirección, puede chocar con una edificación, creando una presión alta, y la velocidad que lleve el viento dependerá de la altura por la que vaya pasando: a mayor altura, mayor velocidad.

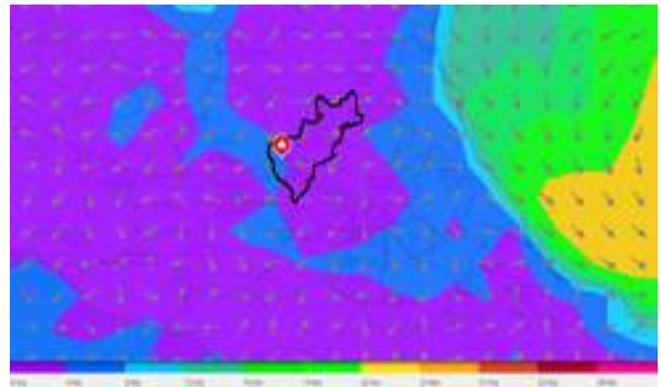


Figura 2.
Vientos dominantes México
(Windfinder, Windfinder, 2017).

“El viento es el desplazamiento de aire esencialmente horizontal, de una zona de alta presión (masa de aire frío), a una zona de baja presión (masa de aire caliente)” (Sarmiento, 2007).

Al conocer la dirección que tienen los vientos dominantes, servirá para hacer el diseño de la vivienda y así saber dónde colocar los vanos para aprovechar las corrientes de aire y lograr disminuir la temperatura interior del bien inmueble durante el verano (Silver, 2008).

Tabla 1.
Estadística de vientos dominantes
en la ciudad de Santiago de
Querétaro (Windfinder, 2016).

Mes del año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
Dirección del viento dominante	↖	↗	↗	↗	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖
Probabilidad del viento > 4 km/hour (%)	17	19	23	34	42	42	46	47	43	40	39	35	38
Velocidad media del viento (km/h)	8	8	8	8	8	8	7	8	7	8	7	7	7
Temperatura media del año (°C)	14	15	16	18	19	21	23	24	23	21	19	16	18



Figura 3.
Mapa regiones climáticas,
elaborado a partir de García de
M., E, Nuevo Atlas Porrúa, 1995
(CONAFOVI, 2005).

3. CLIMA

Las posibles variables del entorno con la arquitectura dependen del tipo de actividad que se realice en ese lugar, tomando en cuenta el tipo de zona geográfica donde se vaya a ubicar la vivienda. A partir de esto, se decidirán qué estrategias bioclimáticas pasivas se podrán aplicar, ya que a partir de esto se puede decidir qué tipo de vegetación, de iluminación, o de materiales se utilizarán para complementar el entorno de la vivienda.

El manual de Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales menciona:

“Climas, bioclimas, vientos y lluvias, orografía, tipo de suelos, disponibilidad de agua son, entre otros, factores que siempre han interactuado e influido la dinámica y localización de los asentamientos humanos. De la misma manera, la diversidad de estilos y tipos de vivienda se ha desarrollado para responder a tales variables” (CONAFOVI, 2005).

La ciudad de Santiago de Querétaro cuenta con un clima semiseco o también conocido como árido.

En el código de edificación (CONAFOVI, 2005), explican todos los tipos de clima que se encuentra en la parte norte del país, y tiene como característica vientos fuertes, lo que ocasiona poca nubosidad y a su vez menos precipitaciones que en otras regiones climáticas.



Figura 4.
Imagen obtenida de (INEGI, 2010).

4. TEMPERATURA DEL LUGAR

En la ciudad de Santiago de Querétaro, por el tipo de clima seco, la temperatura promedio oscila entre 22°C a 26°C en algunas regiones y en otras de 18°C a 22°C (CONAFOVI, 2005).

Al tener como punto de partida el rango de confort en el interior de una vivienda, se hace referencia al confort higrotérmico, ya que se refiere a la percepción que tiene el ser humano en conjunto con su entorno, debido a que el cuerpo reacciona a una temperatura ajena a él; cuando hace frío, su piel capta el choque de temperatura ajena a su cuerpo, y sus pulmones captan ese aire más frío al respirar, y paulatinamente la temperatura corporal que debe de mantenerse en un rango de 36.5°C y

37.5°C (Meza, Espinoza, Campos, & Carrasco, 2014). La temperatura corporal comienza a descender poco a poco si no se consume algún alimento, ya que es de donde se adquieren calorías para obtener energía y poder aumentar su temperatura corporal un poco. Cuando la temperatura interior de un espacio es más baja del rango de confort 20°C a los 25°C en dado caso, en vez de ingerir un alimento, necesita abrigarse dentro de la vivienda, ya que la sensación de confort se va perdiendo, y así, se puede presentar un disconfort físico. Por el contrario, si la temperatura es muy alta de 40°C a 45°C, puede provocar lesiones en cuanto a la circulación sanguínea (Fernández, 1994).

Cuando se habla de temperatura se debe hacer mención a la humedad relativa, la cual es fundamental para caracterizar el clima de un lugar, ya que es el vapor de agua que está presente en el ambiente. Es por eso que la humedad tiene mucha importancia, pues influirá en la edificación y en las posibles medidas a aplicar.

El manual de gestor energético sector construcción, enfatiza un punto importante acerca de la temperatura:

“A mayor temperatura del aire mayor capacidad de contener vapor de agua” (Meza, Espinoza, Campos, & Carrasco, 2014, pág. 49).

	°C			%			m/s	dirección	W/m²			mm
	Temp alta	Temp prom	Temp baja	hum alta	hum prom	hum baja			Radiación directa	Radiación difusa	Radiación reflectada	
Enero	23.00	15.10	7.10	75.10	55.56	32.93	5.66	OSO	513.89	130.56	488.89	15.00
Febrero	24.60	16.20	7.80	88.67	67.30	45.33	5.18	OSO	586.11	147.22	561.11	9.00
Marzo	27.60	18.78	9.80	73.75	49.06	24.38	6.36	OSO	641.67	169.44	616.67	7.00
Abril	29.50	20.70	12.00	68.40	42.57	18.75	6.44	OSO	622.22	200.00	608.33	15.00
Mayo	30.78	22.50	14.30	75.00	48.89	22.77	6.62	ENE	608.33	219.44	594.44	43.00
Junio	29.29	21.90	14.60	82.63	67.67	32.70	6.50	ENE	630.56	233.33	597.22	96.00
Julio	26.90	20.40	13.90	89.87	67.47	45.96	5.57	ENE	469.44	236.11	552.78	131.00
Agosto	26.80	20.30	13.70	90.23	67.60	44.37	5.61	ENE	513.89	219.44	544.44	85.00
Septiembre	25.78	19.50	13.30	90.37	68.42	46.47	5.63	ENE	394.44	208.33	475.00	70.00
Octubre	25.90	18.60	11.20	85.77	58.92	32.96	5.70	ENE	472.22	169.44	500.00	40.00
Noviembre	24.30	16.90	8.90	87.74	64.59	41.44	6.37	ENE	552.78	133.33	522.22	16.00
Diciembre	23.50	15.50	7.50	84.90	59.40	33.90	6.30	OSO	500.00	125.00	452.78	10.00
Annual	26.63	18.96	11.18	79.74	58.90	51.88	5.71	ENE	633.80	182.64	542.82	524.00

Tabla 2.
Temperaturas en Santiago de Querétaro (Ortiz, 2015)

CLIMO-GRAMA DE OLGYAY

El climograma de Olgay sirve para graficar los datos mensuales de temperatura y humedad relativa, primero se toma la temperatura máxima y la humedad relativa baja obteniendo un punto en la gráfica, después se toma la temperatura mínima con la humedad relativa alta, así se obtienen dos puntos de referencia, para marcar una línea con esos dos puntos. Al marcar la línea de cada mes del año, se obtienen doce líneas de referencia y así saber el comportamiento de la edificación o vivienda.

La zona marcada en verde claro, significa que no tienen mayor problema en el confort, a diferencia de las líneas que salen de esa zona. Ahí es cuando se aplican las estrategias de humidificar, enfriar, ventilar o proteger de la incidencia solar.

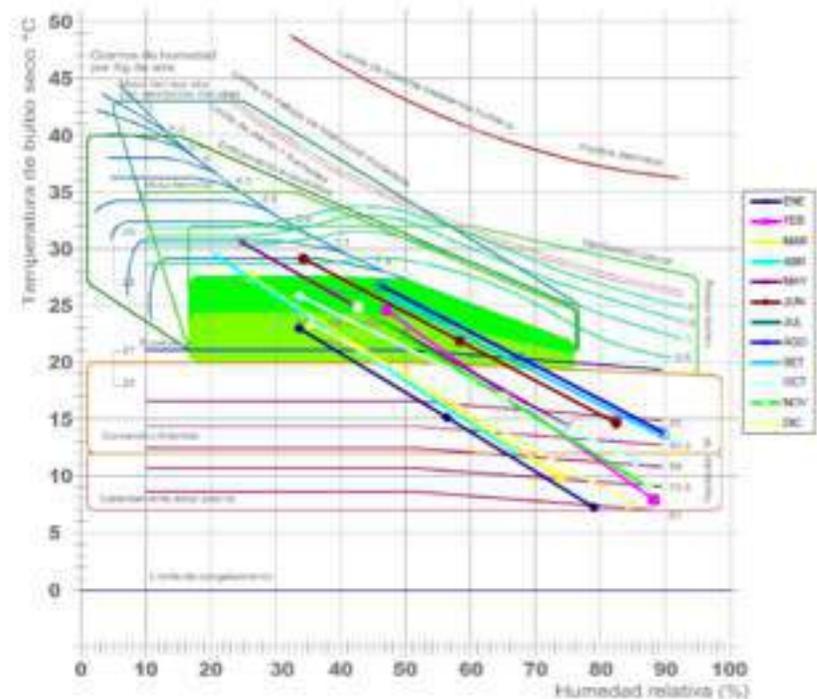
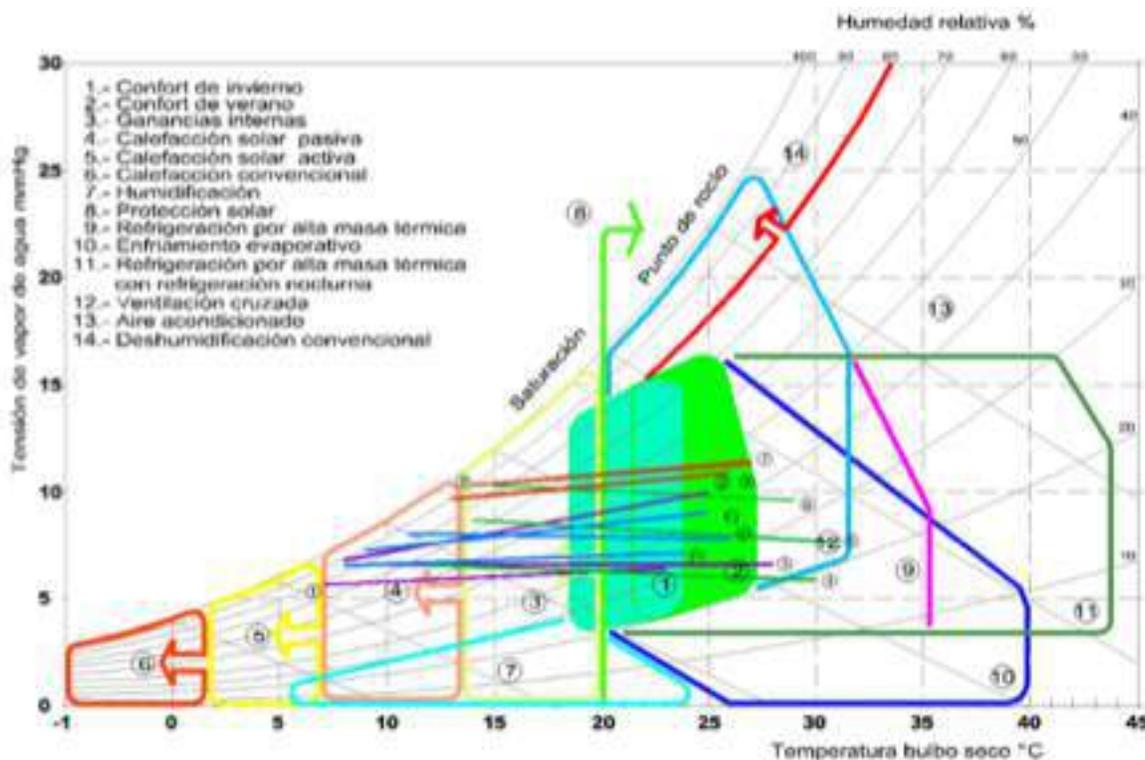


Figura 5.
Climograma de Víctor Olgay adaptado a la ciudad de Santiago de Querétaro (Ortiz, 2015).

CLIMOGRAMA DE BARUCH GIVONI

Para poder realizar este climograma adaptado a un lugar específico, se necesitan poner los datos de temperatura baja con humedad alta, y la temperatura alta con la humedad baja, así se creará una línea por cada mes del año. Al terminar, se observan las 14 diferentes zonas del climograma de Givoni. Por lo tanto, se sabrá cuáles son las estrategias pasivas o activas que se deben de aplicar en la edificación, para obtener el mejor confort posible en la vivienda.



5. VEGETACIÓN

Las plantas y las áreas verdes brindan un beneficio tanto para el entorno como para el ser humano, funcionan como barrera contra viento, como calefacción y en consecuencia para el planeta.

Cuando se analiza una vivienda tomando en cuenta los puntos anteriores como el asoleamiento, el viento, el clima y la temperatura del lugar, podemos beneficiar aún más, si le añadimos vegetación a la parte externa de la vivienda, ya que dependiendo de la orientación cardinal que tenga, podrá ayudar a mitigar la incidencia solar más fuerte con árboles, especialmente en la temporada de verano. Dependiendo de la ubicación que tendrá la vivienda, la vegetación nativa será la más adecuada a utilizar.

6. MATERIALES

Los materiales que se utilizan generalmente en la construcción de las viviendas, son naturales, aunque sean procesados industrialmente. Los más utilizados son el concreto, aunque tenga diferente resistencia, ya

que dependerá del tipo de obra que se vaya a construir. También el mortero, el block de concreto, el tabique rojo recocido, el yeso, pastas para texturizar muros al exterior o interior, pinturas a base de agua o vinílicas dependiendo del espacio que se vaya a pintar.

En la Tabla 3 se muestran algunos materiales de construcción, en la cual vienen los valores de conductividad térmica de cada material. Estos valores mientras más bajos sean, más alto será su retardo térmico.

Tabla 3. Materiales de construcción (E.P.)

Material	Conductividad térmica	Unidad
Mortero	1.8	W/m.K
Aluminio	230	W/m.K
Adobe	1.1	W/m.K
Acero	50	W/m.K
Yeso	57	W/m.K
Hormigón armado	2.5	W/m.K
Bovedilla	1.58	W/m.K
Poliestireno	0.039	W/m.K
Poliuretano	0.028	W/m.K

Información obtenida de (Torroja, 2010).

Los materiales de construcción tienen una capacidad térmica que para retardar o aislar el calor que captan durante la incidencia solar al día. En la siguiente tabla se muestra que mientras más bajo sea su valor, mejor será la inercia térmica del material.

La importancia que tienen los materiales de construcción en la presente investigación es que todos tienen diferente conductividad, una propiedad que da ventajas o desventajas, dependiendo del objetivo que se tenga para la construcción de espacios habitables.

Algunos beneficios que tienen en conjunto: los materiales de construcción, el asoleamiento, los vientos, el clima, la vegetación, la temperatura y la humedad, es que pueden aprovecharse en conjunto para aplicar estrategias pasivas en las edificaciones, en este caso en una vivienda. Esto quiere decir que solo se usarán elementos naturales para ayudar al bien inmueble a tener una temperatura interior dentro del rango de confort.

Material	Densidad Kg/m ³	Calor Específico J/kg°C	Conductividad W/m°C	Capacidad Térmica MJ/m ³ C	Difusividad mm ² /s
Alfombras y moquetas	1000	1350	0.05	1.35	0.04
Caucho vulcanizado (80% caucho)	1120	2000	0.15	2.24	0.07
Tablero aglomerado de partículas	650	1215	0.08	0.79	0.10
Pintura bituminosa	1200	1460	0.20	1.75	0.11
Agua (sin convección)	1000	4184	0.60	4.18	0.14
Corcho expandido con resinas +/-50kg	200	1460	0.05	0.29	0.16
Madera conífera	600	1380	0.14	0.83	0.17
Tablero fibra madera normal	625	1340	0.16	0.84	0.19
Madera frondosa	800	1255	0.21	1.00	0.21
Cartón-yeso	900	920	0.18	0.83	0.22
Bloque hormigón ligero macizo	1000	1050	0.33	1.05	0.31
Poliuretano expandido	40	1590	0.02	0.06	0.36
Asfalto puro	2100	920	0.70	1.93	0.36
Ladrillo macizo	1800	1330	0.87	2.39	0.36
Fibrocemento P +/- 200kg	2000	1250	0.93	2.50	0.37
Hormigón ligero	1000	1050	0.40	1.05	0.38
Bloque hormigón ligero	1400	1050	0.56	1.47	0.38
Guarnecido de yeso	800	920	0.30	0.74	0.41
Vidrio plano	2500	836	0.95	2.09	0.45
Fábrica ladrillo cerámico macizo	1800	878	0.87	1.58	0.55
Alicatado	2000	920	1.05	1.84	0.57
Adobe	1600	920	0.95	1.47	0.65
Hormigón armado	2400	1050	1.63	2.52	0.65
Mortero de cemento	2000	1050	1.40	2.10	0.67
Grava	1700	920	1.21	1.56	0.77
Terreno coherente humedad natural	1800	1460	2.10	2.63	0.80
Poliestireno	25	1590	0.03	0.04	0.83
Hormigón en masa vibrado	2400	805	1.63	1.93	0.84
Arena	1500	920	1.28	1.38	0.93
Mampostería granito	2800	920	2.50	2.58	0.97
Tierra vegetal	1800	920	1.80	1.66	1.09
Hielo 0°C	917	2035	2.25	1.87	1.21
Rocas compactas	2750	880	3.50	2.42	1.45
Acero y fundición	7600	502	54.00	3.82	14.15
Aluminio	2700	920	232.00	2.48	93.40

Tabla 4.
Propiedades térmicas para diversos
materiales de construcción, según la
norma española NBE-CT-7[Real Decreto
2.49/79,1979] (Chavez, 2009).

METO- DOLO- GÍA

Para poder llevar a cabo la presente investigación, se consiguieron tres proyectos arquitectónicos ubicados en la ciudad de Santiago de Querétaro, para poder tener información real sobre los materiales que utilizaron para la construcción de las viviendas. En el presente artículo se dará la explicación sobre uno de los tres proyectos analizados, en cuatro orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste.

Para poder realizar la simulación digital de eficiencia energética de una vivienda, primero se debe de contar con los planos arquitectónicos de la vivienda que sea una casa tipo para cuatro personas, que tenga sala, comedor, cocina, dos baños, tres recámaras, y patio trasero, construida en la ciudad de Santiago de Querétaro.

A continuación, se describen los pasos de la simulación energética

- Se realizó la volumetría de la vivienda en el programa digital ArchiCAD® y se ingresó la ubicación de la vivienda, la latitud 20.6195 y la altitud de -100.0483, para analizarla en cuatro orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste. Después de hacer el cálculo energético se obtienen los datos de eficiencia energética en dos programas digitales, el SISEVIVE ECOCASAS® y el ECODESIGNER ArchiCAD®
- Dentro del modelado se ingresan los sistemas constructivos con los datos respectivos de los materiales. Al ingresar los datos necesarios en cuanto a materiales de construcción, orientación de los vanos, y si es una vivienda colindante o no, también se tiene que ingresar la temperatura de confort que está entre 20°C a 25°C pues influye para obtener el cálculo energético (Fernández, 1994).
- En los parámetros que se tomaron en cuenta para realizar el cálculo energético, está la norma NOM-020-ENER-2011-1, que maneja el Sistema de Evaluación de vivienda verde - SISEVIVE ECOCASAS®, la guía CONAFOVI, el uso eficiente de la energía en la vivienda 2006, entre otras.
- Ya que se obtuvieron los resultados en ambos programas SISEVIVE ECOCASAS® y el ECODESIGNER ArchiCAD® se definen los cambios en la vivienda para aplicar las estrategias bioclimáticas, como: ventanas con doble vidrio con capa de aire, unas con ventilación inferior y superior, aislante térmico de poliestireno en los muros perimetrales y en la losa, persianas de madera abatibles o corredizas, un pequeño balcón en la orientación oeste, y árboles en la parte trasera en las orientaciones este y oeste. Todo esto para obtener un porcentaje mayor de eficiencia energética.

RESULTADOS

MATERIALES DEL PROYECTO INICIAL

En la Tabla 5 se muestran los materiales utilizados en el proyecto de forma inicial, en las cuatro orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste.

Tabla 5. Materiales proyecto inicial (E.P.)

Losa	Muros	Ventanas:
Reticular	Pintura vinílica exterior	Fierro 2.5" cm
	Repellado mortero 2cm	Vidrio de 3mm y 6mm
	Tabique rojo recocido 7x14x28cm	
	Aplanado Yeso a plomo y nivelados	
	Pintura vinílica interiores	



Figura 7.
Volumetría digital de la vivienda (E.P.)

MATERIALES DEL PROYECTO PROPUESTO

En la Tabla 6 se muestran los materiales utilizados en el proyecto de forma inicial, en las cuatro orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste.

Tabla 6. Materiales proyecto propuesto (E.P.)

Losa	Muros	Ventanas:	Vegetación
Reticular con una capa de mortero de 5cm de concreto con malla electro soldada, impermeabilizante, grava, poliestireno EPS, concreto y yeso	Pintura vinílica exterior	Ventanas de aluminio con vidrio de 6mm doble con capa de aire	Ambas fachadas y un pequeño balcón en la planta alta en la fachada principal.
	Repellado mortero, sistema aislante SATE (sistema aislante térmico) en orientación este en fachada posterior y sur (ambas fachadas)	Vidrio de 3mm y 6mm	
	Tabique rojo recocido 7x14x28cm		
	Aplanado Yeso a plomo y nivelados		
	Pintura vinílica interiores		

En la Tabla 7 de las propuestas se muestran las imágenes de la vivienda con la orientación norte, este, sur y oeste que le corresponde y las estrategias pasivas que se aplicaron en cada una:

	Fachada principal	Fachada trasera	Estrategias bioclimáticas pasivas
Norte (21 marzo)			<ul style="list-style-type: none"> • Aislante térmico de poliestireno EPS (muros y losa) • ventanas sencillas • persianas exteriores de madera corridizas
Este (21 marzo)			<ul style="list-style-type: none"> • Aislante térmico de poliestireno EPS (muros y losa) • Ventanas con ventilación superior e inferior con doble vidrio con capa de aire • Árbol en la parte trasera
Sur (21 marzo)			<ul style="list-style-type: none"> • Aislante térmico de poliestireno EPS (muros y losa) • ventanas con doble vidrio con capa de aire • persianas exteriores de madera abatibles
Oeste (21 marzo)			<ul style="list-style-type: none"> • Aislante térmico de poliestireno EPS (muros y losa) • ventanas con ventilación interior y superior con doble vidrio con capa de aire • Balcón techado • Árbol en la parte trasera

Tabla 7. Propuestas de la vivienda en cuatro orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste (E.P.)

En la Tabla 7 de las propuestas se observa cuáles fueron las estrategias bioclimáticas pasivas que se aplicaron en cada orientación.

- En la orientación norte, se aplicaron ventanas sencillas, pero con persianas exteriores corredizas o abatibles solo en la fachada principal, con el fin de observar cómo se comportaba la vivienda al momento de realizar el cálculo energético, el cual arrojó un porcentaje menor de 5.75% de mejora.

- En la orientación este y oeste, se aplicaron estrategias pasivas más completas, ya que aparte del aislante térmico, las ventanas con doble vidrio con capa de aire, también se utilizó la vegetación, puesto que estas dos orientaciones son las más más calientes a lo largo del año, especialmente en verano, por la incidencia solar que reciben los muros de la vivienda, y los porcentajes fueron 25.29% en el este y 39.08% en el oeste.

- En la orientación sur, también se aplicaron estrategias pasivas similares que en la orientación norte, pero esta vez las persianas abatibles solo se colocaron en la fachada trasera.

Tabla 8. Resultados del ECODESIGNER ArchiCAD®. (E.P.)

	% Transmitancia solar inicial	100% Transmitancia inicial	% Transmitancia solar propuestas	% Mejoría en transmitancia solar
N	87%	100%	82%	5.00%
E	87%	100%	65%	22.00%
S	87%	100%	70%	17.00%
O	87%	100%	53%	34.00%

Tabla 9. Resultados del programa SISEVIVE ECOCASAS® (E.P)

Proyecto - resultados			
Programa SISEVIVE ECOCASAS®			
↗	Proyecto	Ganancia de calor del edificio de referencia o proyectado (Watts)	% mejorado del inicial al propuesto
N	Inicial	6835.60	100.00%
	Propuesta	1193.74	17.46%
E	Inicial	7144.17	100.00%
	Propuesta	1509.80	21.13%
S	Inicial	6871.05	100.00%
	Propuesta	1294.33	18.84%
O	Inicial	7167.49	100.00%
	Propuesta	1556.36	21.71%

En el programa SISEVIVE ECOCASAS® al ingresar los datos también arroja una mejora en las cuatro orientaciones (norte, este, sur y oeste) cuando se saca la diferencia de la ganancia de calor del proyecto inicial contra el propuesto en el cual el resultado final es arrojado a una etiqueta del cálculo energético y el porcentaje de ahorro de energía.

En las tablas de resultados de los programas ECODESIGNER ArchiCAD® y el SISEVIVE ECO CASA® se puede apreciar la variación en los porcentajes del proyecto propuesto, pero es normal hasta cierto punto, ya que el programa ECODESIGNER ArchiCAD® maneja su cálculo energético a paño interior del muro, a diferencia del SISEVIVE ECO CASA® que maneja el cálculo energético a paño exterior del muro; esto quiere decir que la variación que hay en los porcentajes de resultados es adecuada por la diferencia que manejan los dos programas.

El programa SISEVIVE ECO CASA® es más detallado que el ECODESIGNER ArchiCAD® debido a que tiene parámetros más específicos en varios puntos, tal como en los vanos para las ventanas con medida del marco y muro, en posibles aleros verticales u horizontales, el tipo de

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

materiales de construcción que tiene el proyecto, tiene determinados algunos valores de conductividad térmica, si tiene ventilación natural y artificial o no, si tiene calentador solar o no, por mencionar algunos.

Una diferencia que marca una pauta importante, es que este programa sí se basa en la NOM-020-ENER-2011-1, tiene más sustento, ya que está especialmente diseñado para el país de México, además de ser una norma obligatoria.

Por lo tanto, el programa SISEVIVE ECO CASA® hace un análisis más completo que el ECODESIGNER ArchiCAD®, consecuentemente, este último programa se puede utilizar como punto de partida para tener un cálculo energético general de cómo puede reaccionar una vivienda.

CONCLU- SIONES

El habitar una vivienda con un mejor confort higrotérmico, ayudará a las personas a tener un bienestar físico en cuanto a la temperatura corporal se refiere, es decir, cuando se encuentren en el interior del bien inmueble, el cuerpo no tendrá que adaptarse a un ambiente más frío o más caliente, haciendo referencia a que estará en el al rango de confort 20°C a 25°C.

Esto es un indicativo de que la persona debe de estar protegido del ambiente exterior, como lo es la radiación solar, las precipitaciones, los vientos dominantes, el clima y la vegetación.

Al estudiar las cuatro orientaciones cardinales: norte, este, sur y oeste, se pudo observar como hubo mejora en todas las

orientaciones y en ambos programas, aún con valores diferentes, hubo un cambio positivo en las cuatro propuestas del proyecto de la vivienda. Es natural que, por el tipo de orientación, no puedan mejorar tanto el porcentaje como lo es en la orientación norte, ya que no tiene la misma incidencia que en el oeste, pero con las estrategias bioclimáticas se pueden adecuar las dimensiones de las ventanas, el grosor de los muros, la losa o añadir un sistema aislante que proteja del ambiente exterior, sin dejar a un lado los materiales que se vayan a utilizar, que tengan baja conductividad térmica.

Por lo tanto, cuando se invierte en materiales de construcción de mayor calidad refiriéndonos a la inercia térmica que puedan tener, al tipo de ventanas que se vayan a utilizar, se estará adquiriendo calidad, se creará un costo en beneficio en vías de ahorro, ya que habrá un ahorro a corto, mediano y largo plazo al no tener la necesidad de calefactar la vivienda en invierno, o enfriarla en temporada de verano.

REFE- REN- CIAS

Chavez, J. (2009). Evaluación experimental de propiedades térmicas de materiales de construcción nacionales y desarrollo de ventanas ahorradoras de energía. México. Recuperado el 24 de Octubre de 2017

CONAFOVI, D. (2005). Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales.

Fernández, F. (1994). Clima y Confortabilidad humana. Aspectos Metodológicos. Vol. 4, 109-125.

INEGI. (2010). Obtenido de <http://www.inegi.org.mx>

Kwok., A. G. (2015). Manual de Diseño Ecológico en Arquitectura. Trillas.

Meza, A., Espinoza, A., Campos, C., & Carrasco, J. (Abril de 2014). Manual de Gestor Energético - Sector Construcción. Chile. Recuperado el Octubre de 2017

Meza, L. E. (2014). Manual de Gestor Energético - Sector Construcción. 1°. mimeteo. (2015). Argentina.

Nacional, S. M. (2016). Recuperado el 2016, de Servicio Meteorológico Nacional: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qro>

Olgyay, V. &. (1998). Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. (G. Gili, Ed.)

Ortiz, H. (2015). Climograma de Baruch Givoni adaptado a la ciudad de Santiago de Querétaro.

Ortiz, H. (2015). Climograma de Olgyay adaptado a la ciudad de Querétaro.

Ortiz, H. (2015). Tabla de temperaturas anuales Santiago de Querétaro. Querétaro.

Reyna, B. O. (2017). Propuesta para mejoramiento de temperatura interior de viviendas nuevas mediante diferentes materiales, estrategias bioclimáticas y la orientación de las viviendas. Querétaro, México.

Sarmiento, P. (2007). Energía solar en arquitectura y construcción. (R. Editores, Ed.)

Silver, P. M. (2008). Introducción a la Tecnología Arquitectónica.

Torroja, E. I. (Marzo de 2010). Código técnico de la edificación - Catálogo de elementos constructivos del CTE. España.

Windfinder. (06 de Diciembre de 2016). Obtenido de <https://es.windfinder.com/weather-maps/forecast/#7/20.736/-99.525>

Windfinder. (09 de Agosto de 2017). Windfinder. Obtenido de <https://www.windfinder.com/weather-maps/forecast#5/51.399/9.646>