Principales puentes térmicos en una vivienda en la ciudad de Hermosillo, Sonora y estrategias para minimizar su impacto.

Arq. Juan Pablo Cortez Sánchez

Introducción

Preocupación por el cambio **climático global** resultado de: la actividad humana y las emisiones de los denominados gases de efecto invernadero que modifican el clima natural a una velocidad mayor que lo considerado.

El incremento en la temperatura de la superficie terrestre se ha monitoreado de manera constante desde 1861, pero durante el siglo XX se han registrado incrementos de los gases de efecto invernadero más altos y los años de mayor relevancia fueron durante el periodo de 1983-1998 (Aguilar, 2004).

Figura: Efectos del cambio climático

Fuente: https://climate.nasa.gov/efectos/

La ciudad de Hermosillo según el censo de 2020 cuenta con 936,263 (INEGI, 2020) y ha sido reconocida por alcanzar una de las mayores temperaturas registradas (48 ºC) una de las 10 ciudades más calurosas del mundo. (CONAGUA, 2019)

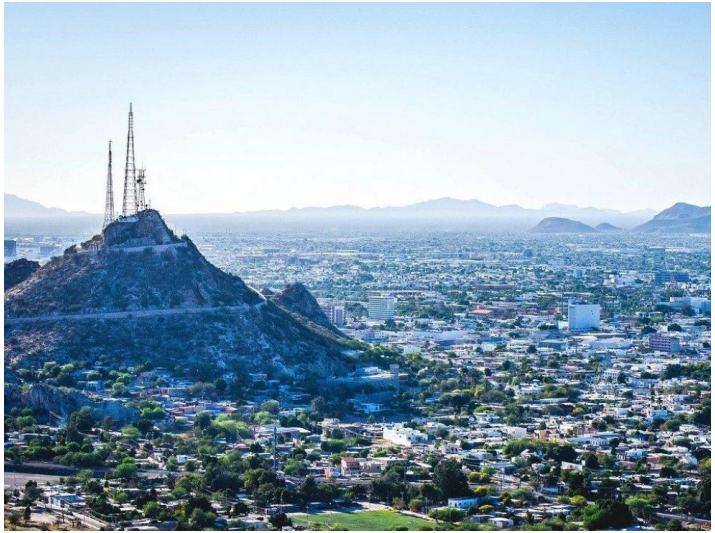


Figura: Ciudad de Hermosillo

Fuente: https://www.soynomada.news/viajes/7-lugares-para-visitar-en-la-ciudad-de-Hermosillo-capital-de-Sonora-20210416-0012.html

Figura: El desierto de Sonora

Fuente: https://www.razon.com.mx/el-cultural/los-desiertos-de-sonora/

Planteamiento del problema

Actualmente en el ramo de la construcción en la ciudad de Hermosillo, los fraccionadores de viviendas han promovido y construido los nuevos fraccionamientos con materiales más económicos, siendo uno de los más comunes el de block gris de concreto para muros, viguetas y casetones para losas muy delgadas.

El uso de estos materiales, aunado a la falta de criterios de diseño apropiadas al clima ocasiona que los muros expuestos a la irradiación solar se calienten, almacenen el calor y posteriormente lo transmitan al interior de las viviendas durante el transcurso de día y de la noche, lo que ocasiona el uso excesivo de sistemas artificiales para el enfriamiento de las viviendas implicando una mayor emisión de gases de efecto invernadero y alza del gasto energético.

Figura : Construcción con block

Fuente: https://www.elsoldelcentro.com.mx/tags/temas/fraccionamientos

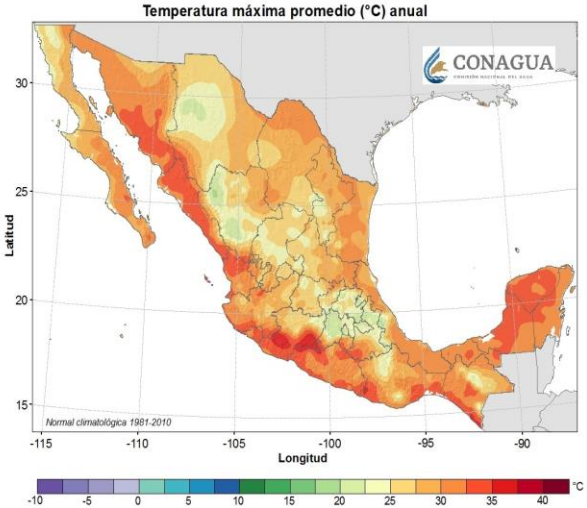


Figura: Mapa de clima CONAGUA

Fuente: https://smn.conagua.gob.mx/es/

Objetivos

Objetivo general:

- Determinar por medio de termografía si las mejoras aplicadas a una vivienda de interés medio localizada en la ciudad de Hermosillo, Sonora, tuvieron impacto positivo en la aparición de los puentes térmicos identificados en su estado original

Objetivos específicos:

- Identificar por medio de termografía los puentes térmicos en la vivienda del caso de estudio en su estado original.
- Proponer técnicas constructivas de diseño y materiales que se encuentren fácilmente en el mercado, que sean accesibles, coadyuvando a mitigar el aumento de calor ocasionado por los puentes térmicos.
- Identificar por medio de termografía los puentes térmicos en la vivienda con las mejoras constructivas.
- Realizar por medio de una comparativa de las imágenes termográficas un análisis de la efectividad de las soluciones aplicadas a la vivienda modificada.

El calentamiento global

El cambio climático provocado por el hombre está esencialmente relacionado con la intensificación de los gases que provocan el efecto invernadero y ocasionan efectos perjudiciales al equilibrio térmico y fisicoquímico de la atmosfera.

Nuestro país se ha vuelto altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, como consecuencia, actualmente se pueden observar diferentes impactos como:

El clima se ha vuelto más cálido desde los años 70´s del siglo pasado.

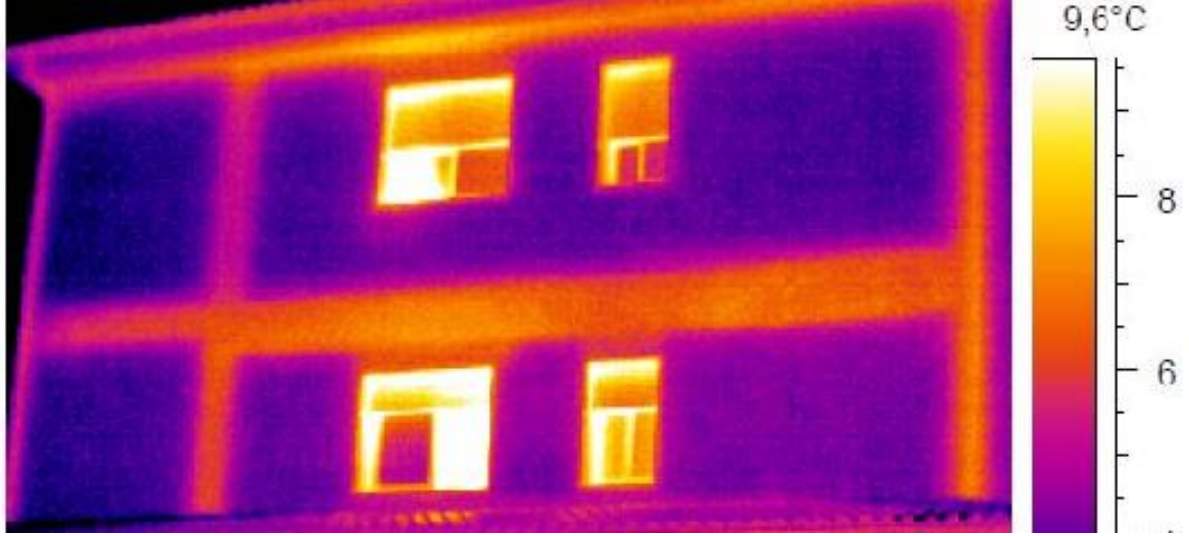
Las temperaturas promedio a nivel nacional aumentaron en un 0.85 ºC y las invernales en 1.3 ºC.

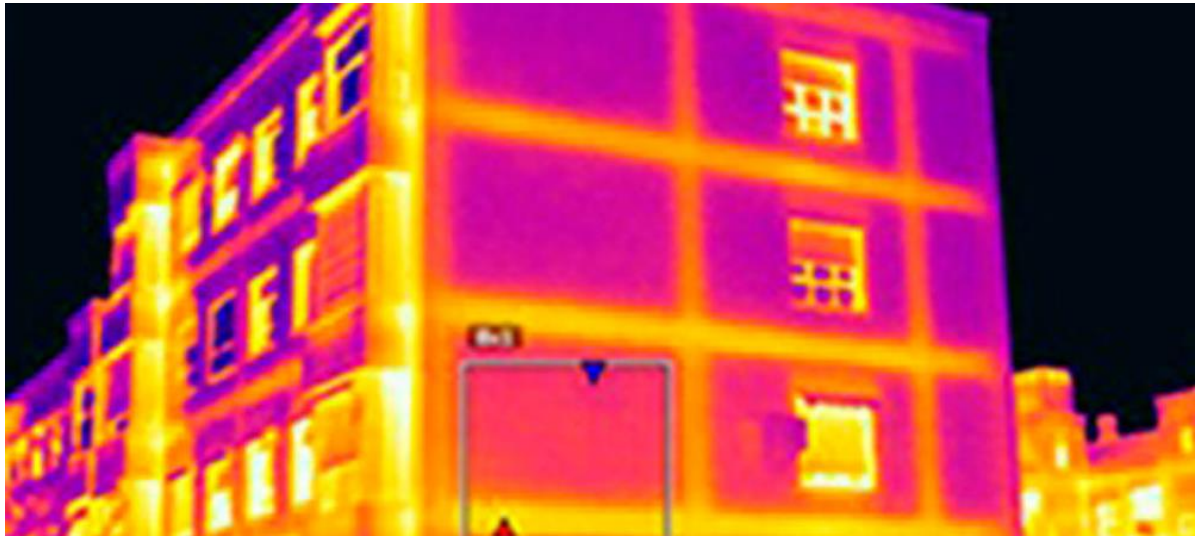
La precipitación pluvial ha disminuido en la región sureste del país desde hace medio siglo.

Figura: Efectos del cambio de clima en México.
Fuente: https://www.euronews.com/travel/2022/08/15/pristine-beaches-in-mexico-and-belize-are-covered-in-carpets-of-foul-smelling-seaweed

Puentes térmicos

“Son aquellos puntos en las fachadas o losas por los cuales se filtra fácilmente el calor hacia el interior de las viviendas debido a diversos motivos.”





Tipos de puentes térmicos

- **Puntuales:** Como son clavos, perforaciones, etc.

- **Lineales**: Suelen tener más impacto que los puntuales. Estos a su vez se pueden catalogar en:

  - **Constructivos:** Cuando el cerramiento cambia de grosor.

  - **Geométricos**: son generados por diferencias entre las áreas internas o externas del volumen construido. Se encuentran donde hay dos o más uniones en un cerramiento mayormente en las esquinas, donde el área de la superficie exterior e interior no coincide.

  - **Debidos a cambios de material**: cuando un material tiene mayor conductividad térmica que el resto.

Herramientas para detectar los puentes térmicos

Figura : Cámara termográfica

Fuente: www.flir.com

Se detectan haciendo uso de una **cámara térmica** la cual permite visualizar la **energía** o **calor emitida** por un objeto que el ser humano no puede detectar a través de sus ojos.

Las imágenes producidas por la cámara térmica son monocromáticas, ya que las mismas han sido diseñadas con un solo tipo de sensor, que responde a un rango del espectro infrarrojo.

Marco normativo

NOM-020-ENER-2011

Eficiencia energética en edificaciones.-
Envolvente de edificios para uso habitacional.

En algunos países se cuenta con un código de edificación en el cual se hace referencia explícita a los puentes térmicos, como es el caso de España, donde se cuenta con el Documento de Apoyo al **Documento Básico DB-HE**, **Ahorro de energía, emitido por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo,** que forma parte del **el Ministerio de Fomento, Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda.**

En el caso de México, a través de la **Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE),** ha trabajado en un conjunto de **Normas Oficiales Mexicanas (NMX)** en apoyo a la reducción del consumo de energía para el confort térmico en clima cálido.

En cuestión de materiales se cuenta con la **NOM-018-ENER** desde hace más de 20 años. Da certidumbre sobre las características térmicas de materiales para las envolventes.

La normativa para las envolventes de las viviendas contamos con la **NOM-020-ENER**, define los limites de las ganancias térmicas por conducción e irradiación solar.

SIN EMBARGO...

se ha tenido dificultades de aplicación por varias razones, mayormente por que no ha sido integrada a los reglamentos de construcción locales (de Buen R, 2018).

Estado del arte

- Los puentes térmicos han existido siempre y hay estudios previos que se han hecho para la detección de estos en construcciones existentes y metodologías aprobadas para guiar nuevos trabajos y dar criterios para reducirlos o mitigarlos en las construcciones nuevas.
- Alrededor del mundo se aplican estas metodologías para identificar los puentes térmicos en las distintas construcciones y climas del mundo como el estudio de *"Monitoring Thermal Bridges by Infrared Thermography",* donde caso contrario a la comparativa de este trabajo allá se busca evitar la perdida de calor del interior de la edificación por el clima frio al que se esta expuesto esto en Bursa, Turquía.

Figura : Envolvente estudiada térmicamente en Bursa, Turquía.

Fuente:

Soluciones a los puentes térmicos alrededor del mundo

- **Soluciones invasivas:** Se detecta el puente térmico y se aplica puntualmente una método, material o producto para mitigarlo.
- **Soluciones pasivas:** mediante el diseño arquitectónico, arborización y métodos de enfriamiento de fachadas para disminución de los puentes térmicos.

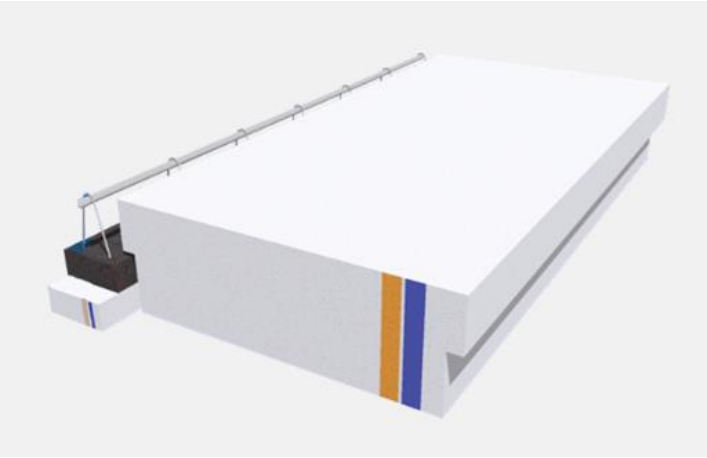
Soluciones invasivas

Aplicación de placas de poliestireno en muro

Aplicación de poliuretano espreado en muro

Aplicación de poliuretano espreado en losa

Continuación soluciones invasivas



Casetón peraltado con fajilla de poliestireno bajo vigueta

Fuente: internet

Puertas con aislamiento térmico

Fuente: internet

Uso de ventanas doble vidrio

Fuente: internet

Soluciones pasivas

Figura : Muros de concreto celular proyectados desde la etapa de proyecto arquitectónico.

Fuente: internet

Figura : Fachada ventilada proyectada desde la etapa de proyecto arquitectónico.

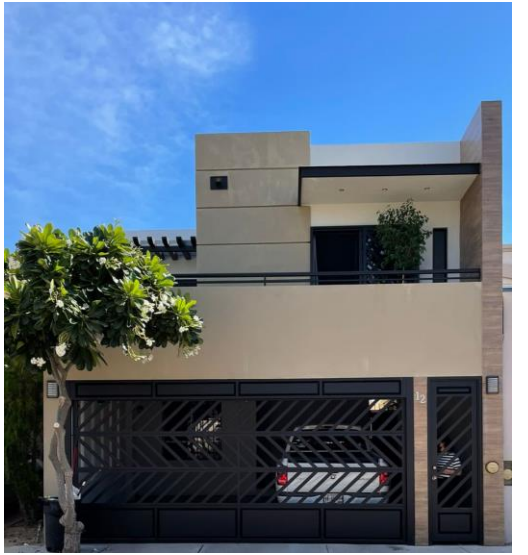
Fuente: internet

Figura : Arborización Xeriscape Phoenix, Arizona

Fuente: internet

METODOLOGÍA

1. Elegir la vivienda de estudio dentro de un fraccionamiento de clase media en Hermosillo e identificar los materiales de construcción utilizados.
2. Seleccionar una cámara termográfica para la toma de fotografías
3. Tomar imágenes termográficas para detectar los puentes térmicos y analizarlas. Clasificar los puentes térmicos encontrados según su tipo e identificar los principales.
4. Proponer soluciones con base a la bibliografía que cumplan con los requisitos de ser viables y aplicarlas.
5. Una vez hechas las mejoras, volver a tomar fotografías con la cámara termográfica para poder analizar los resultados en las mismas condiciones climáticas, tomar fotografías a una casa contigua, de las mismas características, que se utilizará como punto de control.
6. Analizar y discutir los resultados.
7. Establecer conclusiones.



1 Caso de estudio

Ubicación: Norponiente de Hermosillo, fraccionamiento Puerta Real Etapa IV

Muros: block gris común de concreto12x20x40.

Acabados exteriores: repello de textura de 0.05cm de espesor

Acabados interiores:
Yeso floteado de 0.05cm de espesor.

Resaltes estéticos.

Sin ningún tipo de aislamiento térmico en muros o losas.

Original sin modificaciones

Propuesta ya modificada

Ubicación

2 Selección de cámara termográfica para la toma de fotografías.

Se utilizo una cámara termográfica de la marca FLIR, la FLIR ONE Pro que cuenta con la capacidad de medir temperaturas de -20°C hasta 400°C. El uso de ella es mediante una aplicación que se descarga en el teléfono celular y que con su gama de herramientas nos permite detectar de manera rápida y sencilla los puentes térmicos en una vivienda.

ESPECIFICACIONES	
GENERALES	
Resolución térmica	160 × 120
Duración de la batería	Aproximadamente 1 hora
Temperatura operativa	0°C — 35°C (32°F — 95°F), cargando la batería 0°C — 30°C (32°F — 86°F)
GENERACIÓN DE IMÁGENES Y ÓPTICA	
Descripción general	Cámaras Térmicas y Visuales con MSX
Distancia MSX ajustable	0.3 m — Infinito
Enfoque	Fijo 15 cm — Infinito
Frecuencia de imagen	8.7 Hz
HFOV/VFOV	50° ±1° / 38° ±1°
Obturador	Automático/Manual
Paleta	Gris (blanco caliente), más cálido, más frío, hierro, contraste, ártico, lava y rueda de colores
Resolución visual	1440 × 1080
Sensibilidad térmica/NETD	100 mK
Sensor térmico	Tamaño de píxel 17 µm, rango espectral de 8 a 14 µm
Visualización/captura de vídeo e imagen fija	Guardado como 1440 × 1080
MEDICIÓN Y ANÁLISIS	
Medidor puntual	Medición más caliente, más fría y de 3 puntos
Precisión	±3°C o ±5%, porcentaje típico de la diferencia entre la temperatura ambiente y la de la escena. Aplicable 60 segundos después de la puesta en marcha cuando la unidad está entre 15 °C y 35 °C y la escena está entre 5 °C y 120 °C.
Rango de temperatura del objeto	-20°C — 120°C (–4°F — 248°F)

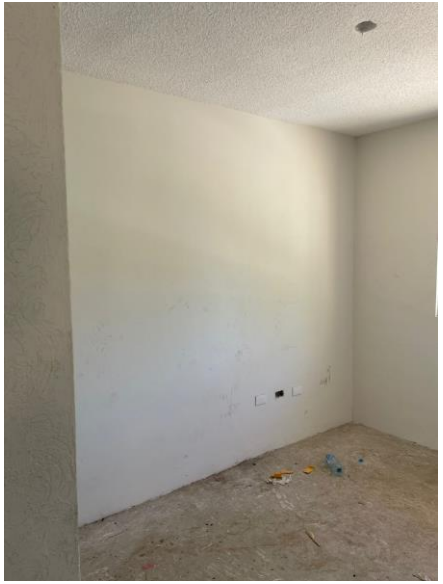
Cámara térmica utilizada de la marca FLIR ONE Pro

Fuente: internet.

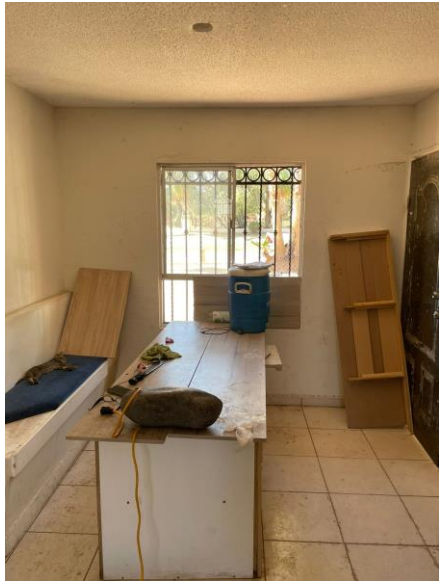
3 Tomar imágenes termográficas para encontrar los puentes térmicos analizar las imágenes tomadas, determinar los tipos de puentes térmicos y los principales.

Estado original

Recamara principal muro norte

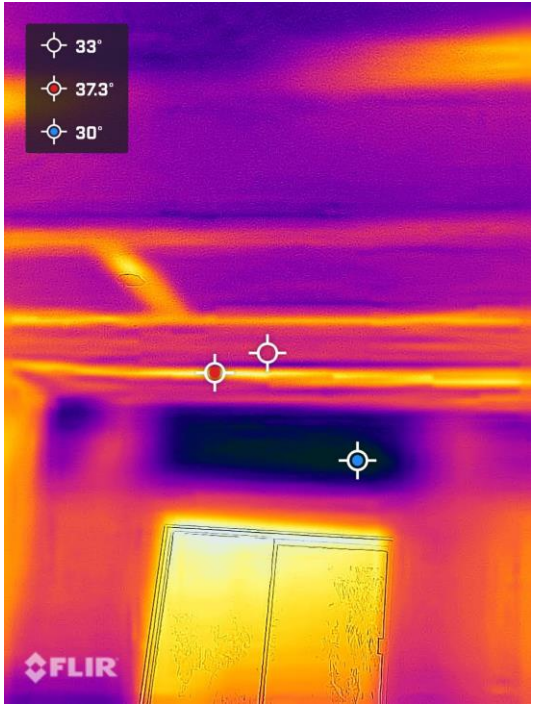


Muro recamara principal poniente

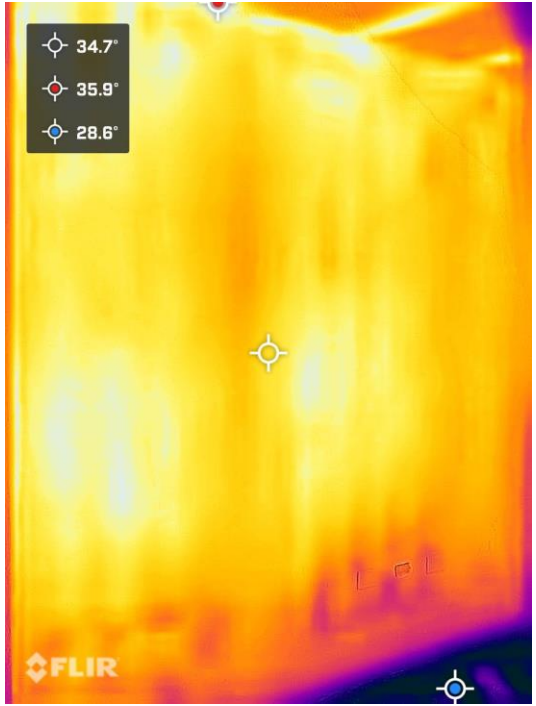


Sala planta baja muro norte

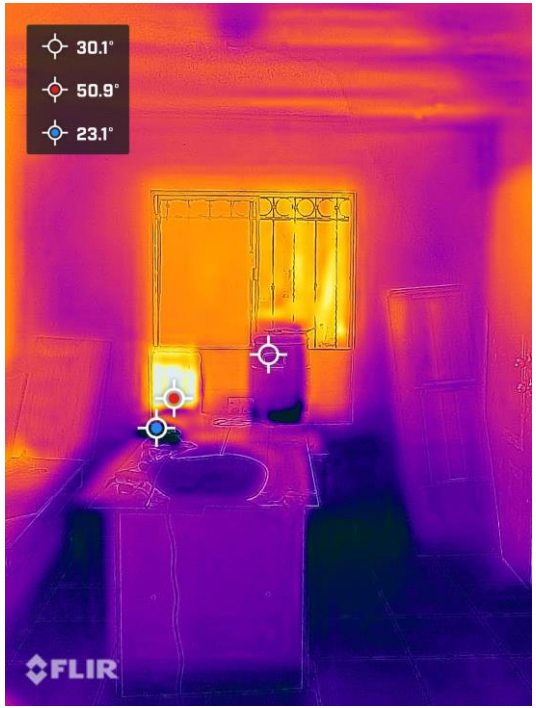
Las imágenes que observamos inicialmente es la vivienda seleccionada **sin ningún tipo de intervención.** Las imágenes fueron tomadas a las **2:30 de la tarde** con la cámara ya antes mencionada FLIR ONE PRO en un smartphone.



Recamara principal muro norte y losa

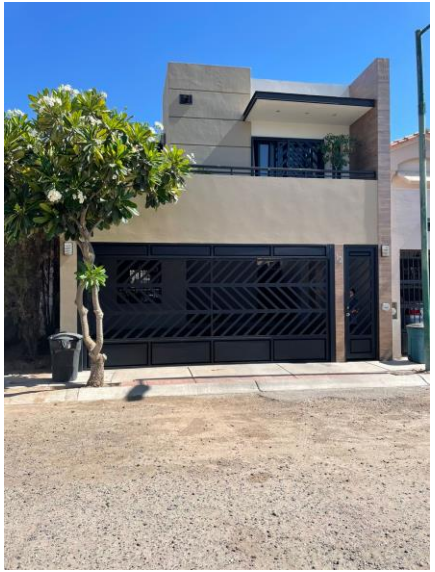


Muro recamara principal poniente

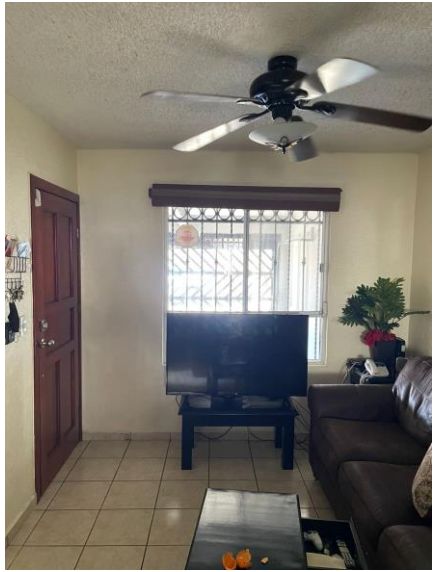


Sala planta baja muro norte

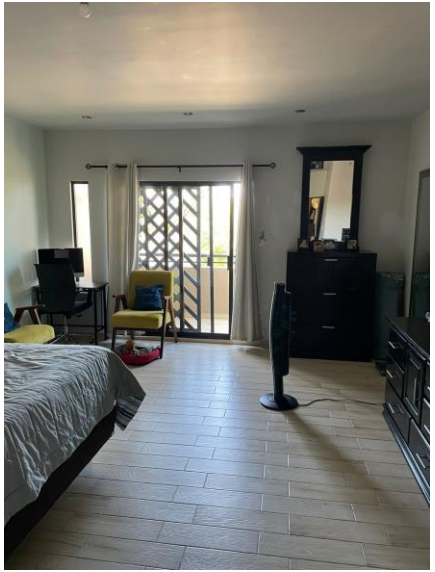
Las imágenes que observamos inicialmente es la vivienda seleccionada **<u>sin ningún tipo de intervención.</u>** Las imágenes fueron tomadas a las **2:30 de la tarde** con la cámara ya antes mencionada FLIR ONE PRO en un smartphone.



Fachada intervenida

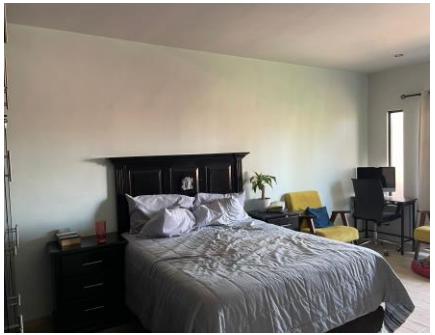


Sala planta baja muro norte



Recamará nueva principal muro norte

Recamará principal original muro norte

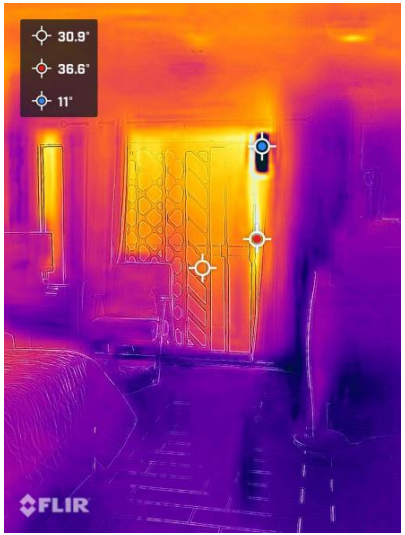


Recamará principal muro poniente

Las imágenes que se observan es la vivienda seleccionada **ya intervenida**. Las imágenes fueron tomadas a las **2:30 de la tarde** los equipos estuvieron apagados desde 1 hora antes y se capturaron las con la cámara ya antes mencionada FLIR ONE PRO en un smartphone.

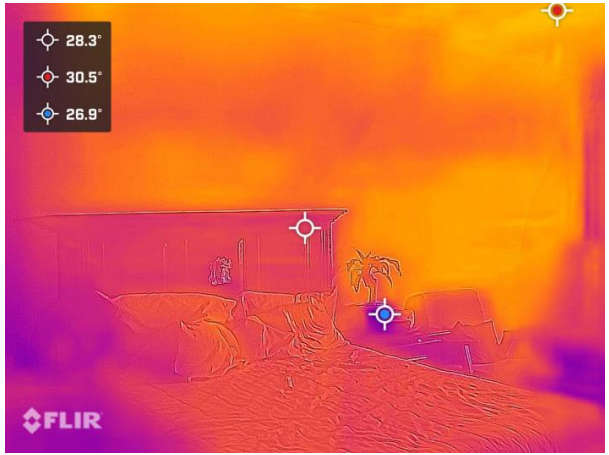
Sala planta baja muro norte

Recamará nueva principal losa



Recamará nueva principal muro norte

Recamará principal original muro norte



Recamará principal muro poniente

Las imágenes que se observan es la vivienda seleccionada **ya intervenida**. Las imágenes fueron tomadas a las 2:30 de la tarde los equipos estuvieron apagados desde 1 hora antes y se capturaron las con la cámara ya antes mencionada FLIR ONE PRO en un smartphone.

La vivienda intervenida, se construyo la cochera y se amplio formando una nueva recamara principal.

Muros enjarrados en grueso con mortero cemento-arena de 2cm de espesor.
Fino de cemento-arena .05cm de espesor.
Placas de poliestireno de 2” para aislar ciertos muros.
Interior con yeso muestreado 1.5cm.
Muros dobles y volados para proteger ventanas.
Losa de vigueta y casetón, sobre techo e impermeabilizante acrílico de 7 años blanco.

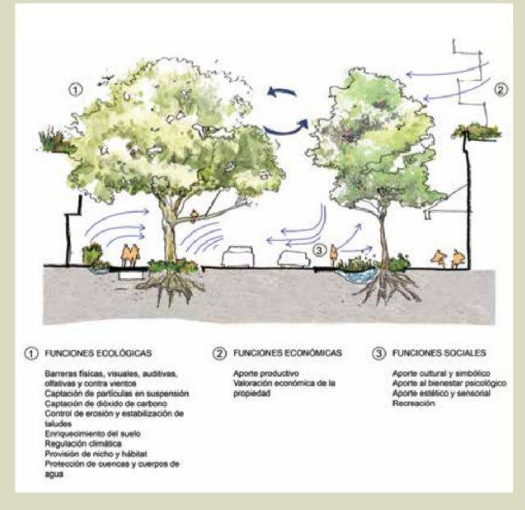
4 Proponer soluciones con base a la bibliografía que cumpla los requisitos de ser viable

Dentro de las distintas técnicas que existen para la mitigación de puentes térmicos se pueden decir que existen pasivas y las puntuales.

Pasivas: son aquellas estrategias aplicadas no invasivas para la construcción o edificación. Generalmente tienden a ser técnicas aplicadas desde el diseño arquitectónico

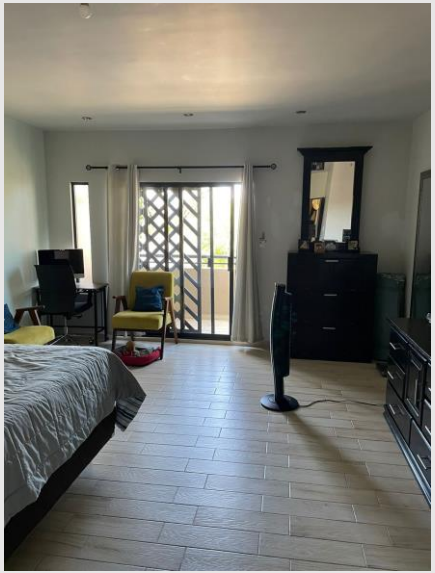
Otro método pasivo es la **arborización** que es la plantación intencional de vegetación cuidando las funciones ambientales y ecológicas que cada especie puede satisfacer.

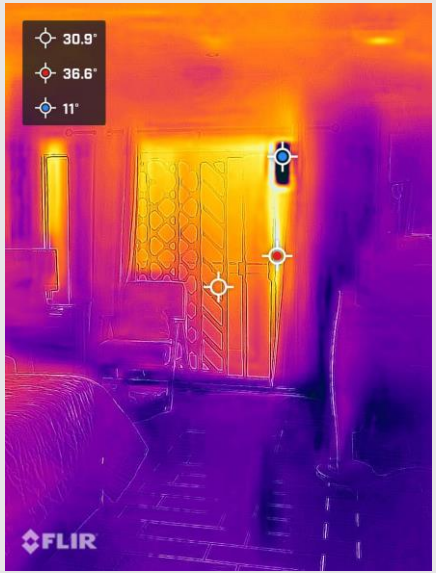
Puntuales: son aquellas técnicas invasivas en las construcciones o edificaciones y se aplican directamente en los puentes térmicos previamente identificados. Pueden ser aplicación de placas de poliestireno en muros o losas, aplicación de poliuretano espreado, técnicas tradicionales de la región, aplicación de materiales no convencionales y novedosos, etc.



5

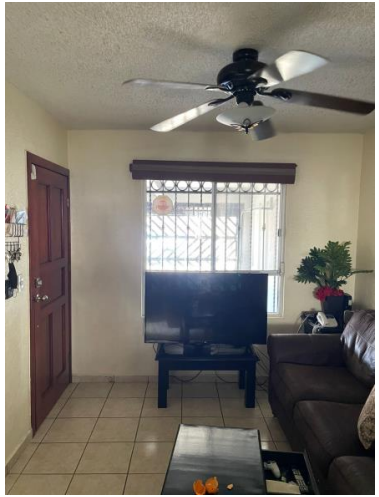
Una vez hechas las mejoras, volver a tomar fotografías con la cámara termográfica para poder analizar los resultados en las mismas condiciones climáticas, tomar fotografías a una casa contigua, de las mismas características, que se utilizará como punto de control.





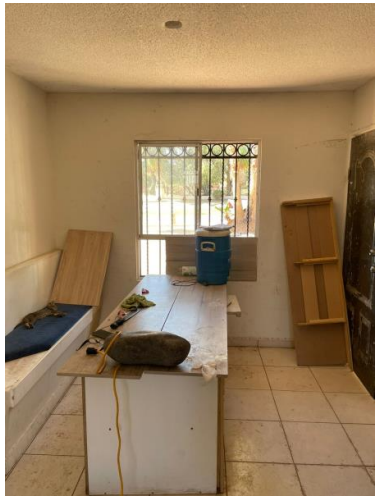
Recamará nueva principal muro norte

Se aprecia en la imagen que el principal puente térmico se ubica en la puerta ventana que da acceso a la terraza, después en los spots de la losa se observa en menor medida la incidencia de calor, en cuestión de los muros se observa que no presenta mayor incidencia ya que la intervención fue con aplanados de mortero-arena de 2cm de espesor y en el lado derecho de la imagen se tiene placa aislante de 1” de espesor después del aplanado.



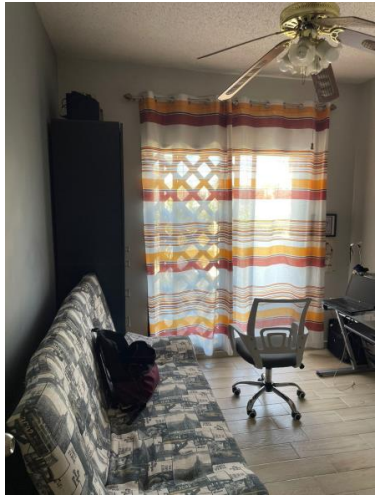
Sala planta baja muro norte

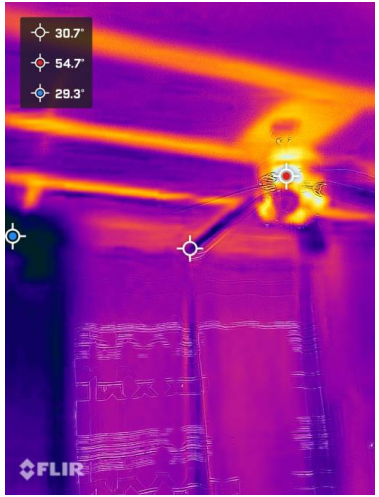
En está imagen se observa como la sala tiene una gran disminución de temperatura siendo que la única manera de que el calor ingrese al interior de la vivienda es por la ventana, pero la temperatura no alcanza a ser muy grande ya que la ampliación de la recamara principal y la terraza brinda mucha sombra y mitiga la entrada de calor.



En la vivienda original que no tiene intervención se observa como el calor de la recamara principal original filtra hacía la planta baja mediante el entrepiso y como los muros norte y poniente ingresan una gran cantidad de calor al interior de la vivienda ya que no cuenta con ningún tipo de material aislante ni técnica para mitigar el calor.

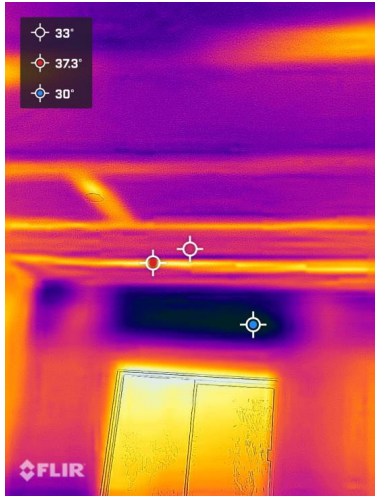
Sala planta baja original muro norte



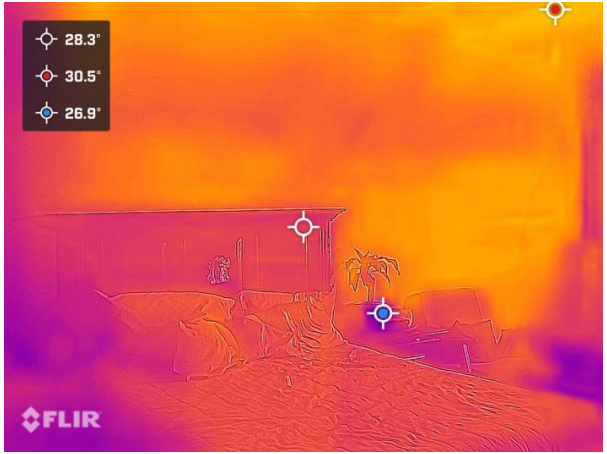


Recamará principal original intervenida

La recamara principal original intervenida quedo como una recamara secundaria de estudio y que no tuvo mayor intervención en cuanto a su construcción.
Puente térmico detectado principalmente la losa de vigueta con 4cm de espesor de concreto y es una vigueta de alma abierta y cuenta con casetón entre las viguetas de 8cm de peralte y no cuenta con sobre techo solamente el impermeabilizante con malla de refuerzo.
En la recamará principal sin intervenir se observa el mismo puente térmico y aparte el muro se ve como los castillos y cadenas generan otro puente térmico incrementando la incidencia de calor a la vivienda.

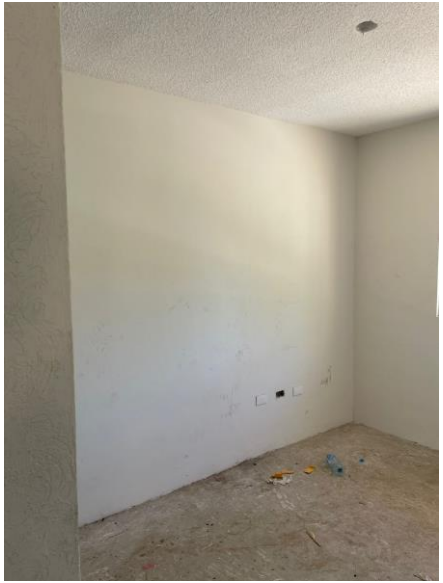


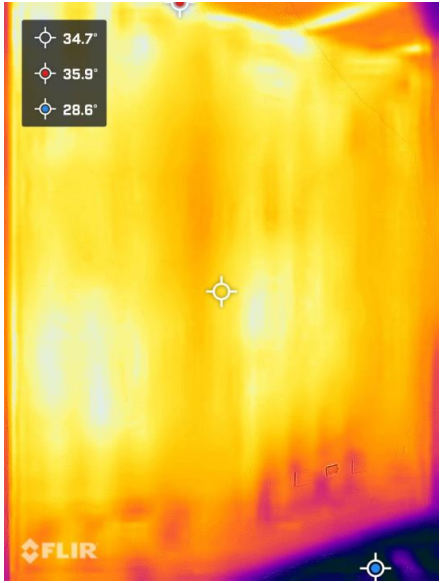
Recamará principal sin intervención



Recamará principal nueva muro poniente

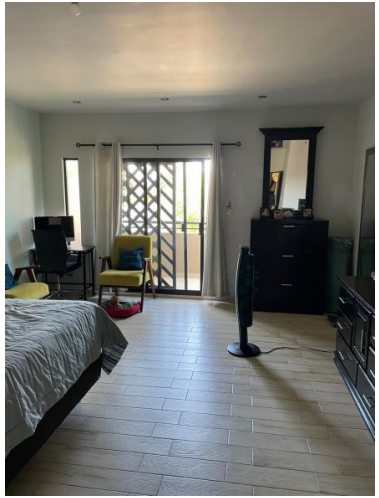
En esta imagen observamos el muro de la recamara principal con fachada poniente el cual colinda con una vivienda que en su mayoría es la terraza de la vivienda aledaña siendo que el muro presenta mucha incidencia de calor en el lado derecho de la imagen y disminuye al lado izquierdo esto es porque en donde se reduce tiene el muro de la casa de lado que le ayuda a evitar que le pegue el sol y lo único que calienta ese punto es por conducción del mismo material. Ese muro tiene 2 cm de aplano de mortero-arena y 0.05cm de aplano fino de cemento-arena en el exterior y en el interior tiene 2 cm de aplanado de yeso.

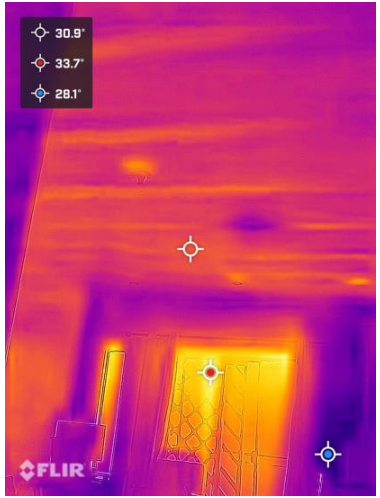




Se observa en la vivienda sin intervención lo que era la recamara principal el muro aun teniendo la orientación del norte tiene una gran cantidad de filtración de calor principalmente el muro, castillos y losa. Al igual que el muro que da hacía el oeste ya que originalmente no cuenta con ningún tipo de aislante térmico o bien alguna técnica para mitigar el calor directo

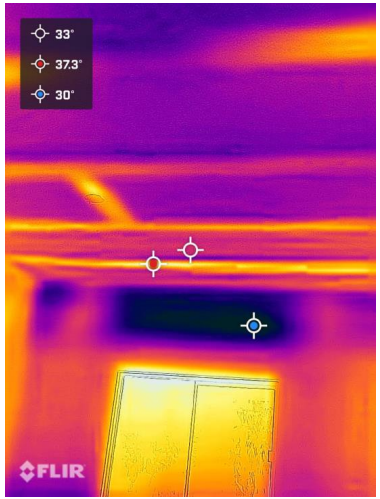
Recamará principal original muro poniente





Recamara principal nuevo muro norte y losa

En la losa de la recamara se observa como las viguetas presentan el puente térmico, pero no en la unión de la losa con el muro como en el caso anterior, la losa cuenta con un espesor de 6cm y casetón entre viguetas de 11cm de peralte, además cuenta con sobre techo con un espesor máximo de 12cm y mínimo de 2 cm después tiene el impermeabilizante acrílico con malla de refuerzo.



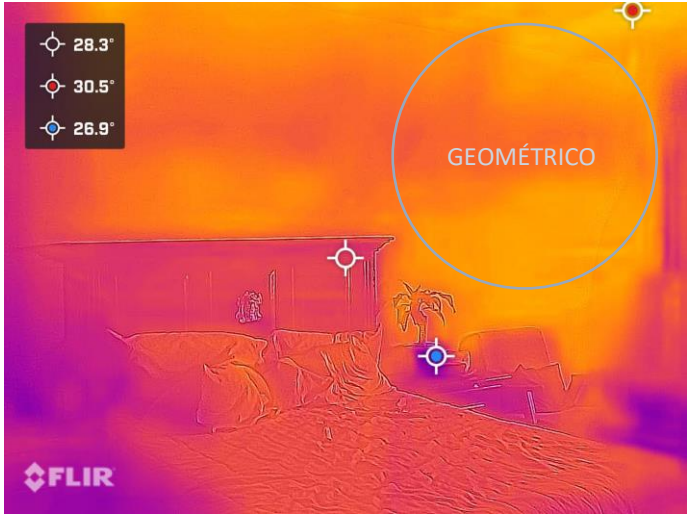
Recamará principal original muro norte y losa

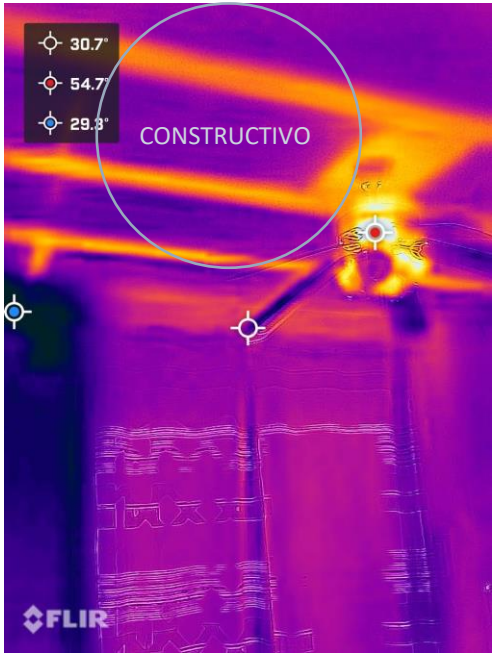
6 Analizar y discutir los resultados

Puentes térmicos identificados:

Geométricos: mayormente en los muros esto debido a que el espesor del material de recubrimiento o aislamiento sufre un cambio y estos son inevitables en todas las construcciones, al igual que los cerramientos donde se encuentra una combinación de material debido al concreto y acero de refuerzo.

Constructivos: debido al cambio de material físico, una brecha o un componente que pasas a través del material interrumpiendo la continuidad de la capa como las viguetas.





7 Conclusiones

Hoy en día es un tema sumamente importante y critico el **calentamiento global**, el cual es generado por las diversas fuentes generadoras de gases tipo invernadero, una de los generadores de este tipo de gases es por el enfriamiento de edificaciones y vivienda por el uso de herramientas de climatización que son utilizados por todos para lograr el confort térmico dentro de edificaciones y viviendas siendo muchas de ellas construcciones antiguas o construcciones con baja calidad en términos de eficiencia energética y aislamiento térmico.

En este estudio se cumplió con el primer objetivo de identificar por medio de una termografía los puentes térmicos en la vivienda estudiada, para esto se hizo uso de una cámara FLIR ONE PRO.

Se concluyo satisfactoriamente la investigación de materiales constructivos y técnicas que ayuden con la mitigación de los puentes térmicos y que son económicos y de fácil manejo para su instalación, dando cumplimiento al segundo objetivo.

7 Conclusiones

Los puentes térmicos identificados en el caso de estudio más notorios en la vivienda intervenida, en muros y losas de la vivienda sin intervención y en muros de cara al poniente. Las diferencias de temperaturas superficiales entre la vivienda sin intervenir y la intervenida marcaban una gran diferencia como se muestra en la siguiente tabla.

Comparativa de temperaturas.				
Vivienda sin intervención				
Habitación	**Temperatura interior**	**Temperatura superficial máxima**	**Temperatura superficial mínima**	**Distancia de la cámara**
Recámara principal	31°	36.6°	29°	4.00m
Sala	31°	35.2°	28.6°	4.00m
Vivienda intervenida				
Habitación	**Temperatura interior**	**Temperatura superficial máxima**	**Temperatura superficial mínima**	**Distancia de la cámara**
Recámara principal	28°	33.7°	26.9°	5.20m
Sala	28°	32.3°	27.7°	3.50m
Recámara Secundaria	28°	33.7°	29°	4.00m

7 Conclusiones

Las modificaciones aplicadas a la vivienda intervenida tuvieron un efecto positivo como se observo en la tabla anterior. Las técnicas de diseño arquitectónico y aplicación de materiales adecuados fueron exitosas según la comparativa de imágenes y diferencias de temperaturas superficiales concluyendo de manera satisfactoria el cuarto objetivo.

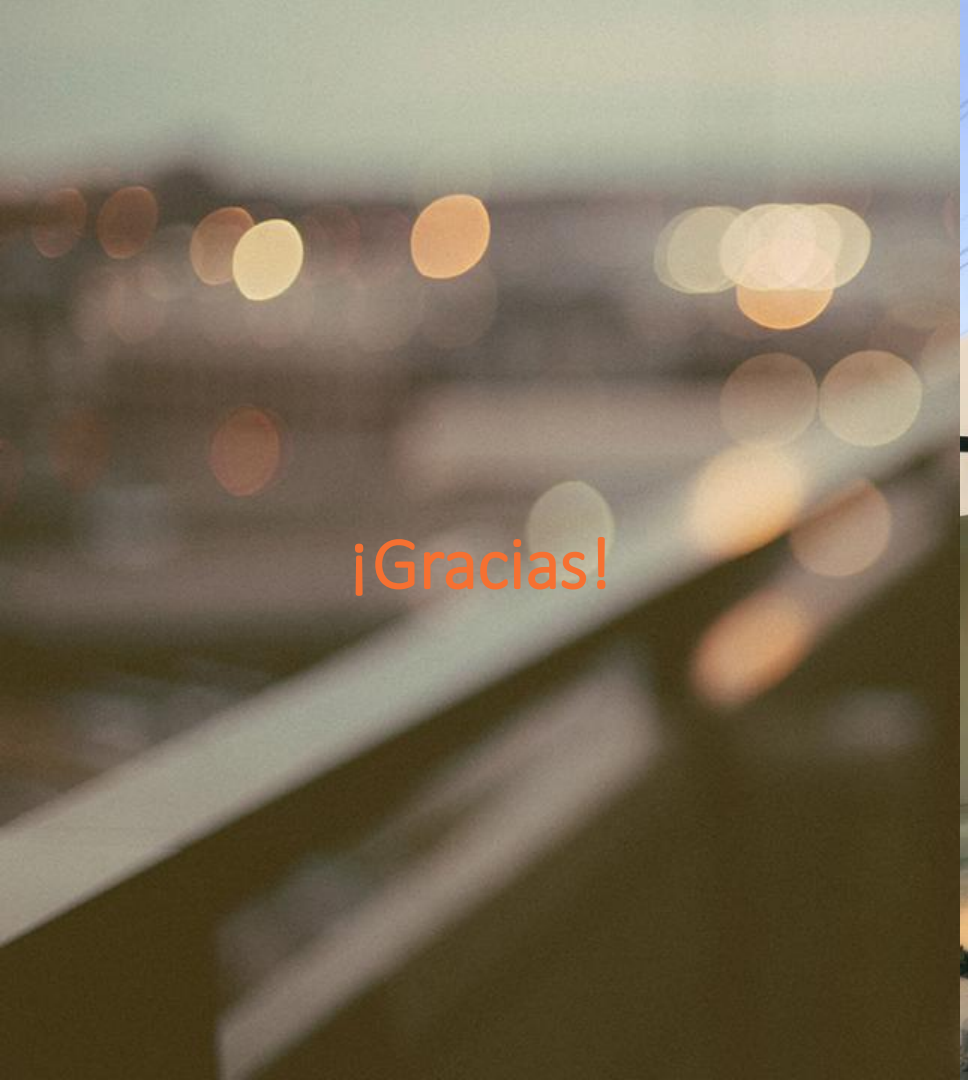
RECOMENDACIONES

Los consumidores hoy en día buscan productos que cuenten con una calidad mayor que buena y lo mismo sucede al adquirir una vivienda con las fraccionadoras. Siempre pueden hacerse mejoras a las viviendas en cuanto a la ganancia de calor y disminución de sistemas de refrigeración si se identifica inicialmente la orientación de la fachada de la vivienda para definir los muros que mayor exposición al sol tienen y poder decidir sobre que técnica aplicable sería la mas conveniente.

Identificar ventanas y puertas que tengan mayor exposición solar para evaluar la posibilidad de invertir en ventanas doble vidrio, ventanas con marcos de pvc o bien puertas aisladas térmicamente. De no ser el caso protegerlas mediante volados o protecciones adicionales o bien mediante el uso de vegetación de bajo mantenimiento posicionándola estratégicamente en los puntos donde mayor sombreado se requiera en las horas más altas de radiación solar.

Referencias

- Aguilar, W. B. (2004). El cambio climático: un problema de energía. *El Cotidiano* , 66-79.
- Arquitectos, A. (26 de Noviembre de 2018). *Arrevol*. Obtenido de Arrevol:
- https://www.arrevol.com/blog/como-detectar-y-evitar-los-puentes-termicos
- Bonet, J. S. (12 de Agosto de 2020). *Caalor y frio* . Obtenido de Calor y frio: https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/rehabilitacion-de-edificios/fachada-ventilada-elegir-sistema.html
- CEDRSAA. (03 de Abril de 2020). *Consecuiencias de cambio climático en México*. Obtenido de Centro de estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria: http://www.cedrssa.gob.mx/post_n-consecuencias-n-_del_-n-cambio_climnotico-n-_en_mn-xico.htm
- CONAGUA. (Junio de 2019). *CONAGUA*. Obtenido de CONAGUA SONORA: https://smn.conagua.gob.mx/es/pronosticos/pronosticossubmenu/pronostico-meteorologico-general
- Ezquerra, V. (2020). *Puentes térmicos y passivhaus*. Obtenido de https://www.vanesaezquerra.com/puentes-termicos-y-passivhaus/
- Forbes México. (12 de junio de 2019). *Forbes México*. Obtenido de Forbes México: https://www.forbes.com.mx/hermosillo-es-el-lugar-mas-caliente-del-planeta-supera-al-sahara/#:~:text=Hermosillo%20se%20convirti%C3%B3%20en%20el,45.1%C2%BAC%20alcanzado%20en%201993.
- Grekkom, T. (19 de Febrero de 2019). *grekkom*. Obtenido de https://grekkom.com/que-es-y-como-funciona-una-camara-termica/
- Held, M. V., Alías, H. M., & Jacobo., G. (2017). Mejoramiento del desempe{o térmico de sistemas de construcción no convencional en el NEA: Evaluación y propuesta de atenuación de puentes térmicos. *ADNea*, 77-86.
- Improving the detection of thermal bridges in buildings via on-site infrared thermography: The potentialities of innovative mathematical tools. (2019). En A. C.-C. Stefano Dfarra, *Energy and Buildings* (págs. 159-171). Elsevier.
- INEGI. (2020). *INEGI*. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Mapa
- KORE Insulation. (2016). *Thermal bridging: What it is & whya you should avoid it.* UK: KORE .
- Marincic , I., Ochoa de la Torre, J. M., Alpuche Cruz , M. G., Duarte, A., Vargas, L., Gonzalez, I., . . . Huelsz, G. (2011). La construcción actual de las viviendas en Hermosillo y su adecuación al clima por medios pasivos. *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Energía Solar* , 189-193.
- Orlando Vargas-Gómez, L. F.-P. (2014). Arborizaciones urbanas: Estrategia para mitigar el calentamiento global. *Revista Nodo* , 99-108.
- Quality, P. E. (6 de Noviembre de 2017). *Poliuretano Espreado Quality*. Obtenido de Poliuretano Espreado Quality: https://www.poliuretanoespreadoquality.com.mx/blog/articles/usos-del-poliuretano-espreado-
- R., O. d. (2018). *Mundo HVAC&R*. Obtenido de Mundo HVAC&R: https://www.mundohvacr.com.mx/2021/09/vivienda-y-calor-en-mexico-impacto-retos-y-soluciones/
- Rojas, A. D. (2019). *Estrategias pasivas de ventilación natural en la envolvente de un modelo de edificación dotacional, para el mejoramiento del confort térmico en la ciudad de Bogotá*. Bogotá, Colombia.: Universidad Católica de Colombia .
- Salandin, A., Martínez-Sala, R., Rodríguez-Abad, I., Mené-Aparicio, J., & Ausina, I. T. (2015). Metodología para la caracterización térmica de un edificio con termografía infrarroja. *Tecnología e Investigación en edificación*, 181-183.
- Secretaria de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. (Mayo de 2014). Documento de apoyo al documento basico. *DB-HE Ahorro de Energía : Puentes térmicos*. España: Ministerio de Fomento.
- Toledo, T. (2020). *Twin Telecom*. Obtenido de Twin Telecom: https://www.twintelcom.com/camaras-termicas-o-infrarrojas-tipos-ventajas-y-como-funcionan/
- Vagusa, G. (2017). *Grupo Vagusa*. Obtenido de Grupo Vagusa: http://www.viguetasybovedillasvagusa.com/placa-de-poliestireno/
- Vargas-Gómez, O., & Prieto, L. F. (2014). Arborizaciones urbanas: estrategia para mitigar el calentamiento global. *Revista Nodo* , 99-108.
- Wassouf, M. (2014). *De la casa pasiva al estándar Passivhaus La arquitectura pasiva en climas calidos.* Gustavo Gill.



¡Gracias!