



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Arquitectura

Maestría en Diseño Avanzado

Diseño de Superficies Sensibles para Reducir el Efecto de Isla de Calor Urbana

Aplicado en la Ciudad de Morelia

Tesis

Como requisito para obtener el grado de:

Maestra en Diseño Avanzado

Presenta:

Gibsy Marcela Estrada Calderón

Asesor:

Dr. Habid Becerra Santacruz

Co asesor

Dr. Axel Becerra Santacruz

Febrero 2019, Morelia, Mich.



Diseño de Superficies Sensibles para Reducir el Efecto de Isla de Calor Urbana
Aplicado en la Ciudad de Morelia

Responsive Surface Design to Reduce the Urban Heat Island Effect (UHI)
Applied in the city of Morelia

UMSNH
Facultad de Arquitectura
Maestría en Diseño Avanzado
2016-2018

Presenta
Gibsy Marcela Estrada Calderón

Director de Tesis
Dr. Habid Becerra Santacruz
Co director de Tesis
Dr. Axel Becerra Santacruz



Agradecimientos

A mi mamá por su apoyo incondicional y por ser la mejor, la única y la de siempre, te amo mami

A mi pke por siempre estar y ser el mejor compañero de vida que pude tener, tam

A la mejor hermana y además mi mejor amiga que siempre confía en mi

A mi hermanito, a quien admiro y de quien aprendo todos los días

A mi papá por haberme dicho que siempre podía lograr lo que me propusiera

A mis amigos de vida que siempre están

A MDA, mis asesores y al NAB, por el apoyo y acompañamiento en este proceso

A quienes se convirtieron en amigos y compañeros de proyectos y aventuras, Lucia, Carlos, Migue y Ros

El diseño avanzado se basa principalmente en resolver problemas complejos a partir de un proceso creativo, con el cual se puede incidir en la transformación de una sociedad. Este consiste no solo en el diseño de un producto final, sino en el diseño de procesos iterativos, en donde cada proceso se alimenta de un proceso anterior y así sucesivamente hasta que se identifica un momento en donde el proceso se ha enriquecido y se es capaz de generar un producto que responde al objetivo o resuelve el problema inicial. (Onur Mustak Cobanli, 2014).

uhi | surface
design

r e s u m e n

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

El crecimiento de los asentamientos humanos, la falta de planeación urbana y las pocas estrategias sostenibles que se están aplicando en el diseño de la mayoría de ciudades y su crecimiento, ha generado microclimas que comprometen la calidad del entorno, propiciando problemas ambientales, fisiológicos y sociales. Áreas naturales se convierten en zonas rurales, y estas a su vez en ciudades. El cambio de coberturas (superficies) que sufre una región al ser urbanizada genera la elevación de temperatura, sobre todo en zonas con mayor construcción y poca superficie vegetal o suelos permeables, lo que se conoce como isla de calor urbana.

El fenómeno de isla de calor urbana se presenta a nivel local con posible impacto global, para poder analizar y realizar una propuesta de diseño se toma el caso particular de la ciudad de Morelia, en la cual se ha encontrado un aumento en el índice de temperatura ambiental. Se han realizado investigaciones que muestran que la temperatura se ha incrementado tres grados centígrados en invierno desde el año de 1980 hasta el año 2010, lo cual corresponde a un grado centígrado por década. Esto es un aumento considerable en términos de temperatura local.

El presente proyecto pretende, incidir en la disminución del efecto de isla de calor urbana superficial mediante el diseño de superficies sensibles que respondan a cambios de temperatura. Para lo anteriormente expuesto se plantea un escenario con una visión de ciudades con diseños adaptativos que se generan a partir de la inserción de elementos sensibles al entorno, (elementos que respondan a estímulos ambientales) los cuales convirtiéndose en factores constantes en el diseño a pequeña o gran escala, podrían transformar la manera en la que se modifica el ambiente desde el diseño, hacia un entorno urbano sensible y resiliente ante posibles condiciones ambientales adversas.

a b s t r a c t

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

The growth of human settlements, the lack of urban planning, and the reduced quantity of sustainable strategies that are being applied in the design of most cities and their development, has generated uncomfortable microclimates for human beings, also triggering environmental, physiological and social problems. Natural spaces turn into rural areas, and this turn into cities likewise. The change of soil cover that a region suffers while being urbanized generates high temperatures, mainly in zones with more constructions and low vegetation cover or permeable soil, this is known as urban heat islands.

The urban heat island phenomenon occurs on a local level with possible global impacts. In order to analyze it and make a design proposition we take on the particular Morelia city case, in which we have found an increase in the environmental temperature index. There has been investigations that proof that the temperature has increased three degrees centigrade on winter since the year 1980 up to 2010, which correspond to one degree centigrade per decade. This is a significant increment in local temperature terms.

The present project pretends to impact in the decrease of the urban island superficial heat effect, through the design of sensitive surfaces that respond to temperature changes. For what was previously exposed a stage with a vision of cities with adaptive designs that generate from the insertion of elements sensitive to the environment is proposed, which, by turning into constant factors in the design on a small or large scale, could transform the the way we modify the environment from the design, towards an urban sensitive and resilient setting.

Resumen Documento Completo

El crecimiento de los asentamientos humanos, la falta de planeación urbana y las pocas estrategias sostenibles que se están aplicando en el diseño de la mayoría de ciudades y su crecimiento, ha generado microclimas que comprometen la calidad del entorno, propiciando problemas ambientales, fisiológicos y sociales. Áreas naturales se convierten en zonas rurales, y estas a su vez en ciudades. El cambio de coberturas (superficies) que sufre una región al ser urbanizada genera la elevación de temperatura, sobre todo en zonas con mayor construcción y poca superficie vegetal o suelos permeables, lo que se conoce como isla de calor urbana.

El fenómeno de isla de calor urbana se presenta a nivel local con posible impacto global, para poder analizar y realizar una propuesta de diseño se toma el caso particular de la ciudad de Morelia, en la cual se ha encontrado un aumento en el índice de temperatura ambiental. Se han realizado investigaciones que muestran que la temperatura se ha incrementado tres grados centígrados en invierno desde el año de 1980 hasta el año 2010, lo cual corresponde a un grado centígrado por década. Esto es un aumento considerable en términos de temperatura local.

Las estrategias más utilizadas alrededor del mundo para mitigar las isla de calor urbana superficial, se han propuesto desde enfoques generalmente técnicos en las áreas del urbanismo, la sustentabilidad, la biología y las ciencias ambientales, en donde poco se ha explorado desde el campo creativo del diseño. En este aspecto se considera importante que los procesos de soluciones a problemas complejos se hagan de manera transversal, involucrando a varias disciplinas para poder generar una propuesta de solución integral.

El presente proyecto pretende, incidir en la disminución del efecto de isla de calor urbana superficial mediante el diseño de superficies sensibles que respondan a cambios de temperatura.

Para lo anteriormente expuesto se plantea un escenario con una visión de ciudades con diseños adaptativos que se generan a partir de la inserción de elementos sensibles al entorno, (elementos que respondan a estímulos ambientales) los cuales convirtiéndose en factores constantes en el diseño a pequeña o gran escala, podrían transformar la manera en la que se modifica el ambiente desde el diseño, hacia un entorno urbano sensible y resiliente ante posibles condiciones ambientales adversas.

El proceso de diseño comienza con la identificación de soluciones generadas hasta el momento en aspectos técnicos y desde el campo creativo, para posteriormente realizar una exploración morfológica y material con el fin de generar un prototipo de superficie, mediante una metodología iterativa de design thinking y diseño experimental.

Se propone el uso de materiales inteligentes, como pigmentos termocrómicos, para lograr la variación del color de una superficie, ante un estímulo por temperatura, con lo cual se puede incidir sobre los cambios en la temperatura superficial. Habiendo identificado los materiales a utilizar se realizan exploraciones para la definición morfológica del prototipo, con lo cual se busca que al igual que la variación cromática incida sobre la temperatura, la definición morfológica por variaciones angulares controle la cantidad de superficie que se expone a la incidencia solar de acuerdo a la orientación y ubicación en donde se aplique.

Los prototipos físicos y digitales, generados a partir de este proceso, fueron sometidos a pruebas de temperatura superficial para comprobar su capacidad de reacción ante dichos cambios. Se observó que los resultados obtenidos podrían ser favorables para el fin de incidir sobre las variaciones de temperatura superficial. Los resultados obtenidos muestran que las superficies pueden ser manipuladas para convertirlas en elementos que respondan al entorno, en este caso con la modificación material, crómica y morfológica, lo cual abre un campo de oportunidad para seguir explorando en este sentido, haciendo posible la aplicación de esta investigación a futuros proyectos académicos y actuales prácticas profesionales.



Índice

resumen	08	análisis climático	72
abstract	09	CAPÍTULO CUATRO	86
resumen completo	10	propuesta de diseño	87
contenido	13	proceso experimental	88
relación de gráficos	14	experimento piloto	91
CAPÍTULO UNO	18	experimento fibras	99
introducción	19	experimento termocrómico	108
justificación	26	exploraciones morfológicas	122
objetivos	27	CAPÍTULO CINCO	136
metodología	28	reflexiones y aplicaciones finales	138
CAPÍTULO DOS	34	bibliografía	155
estado del arte	37		
marco conceptual	42		
estrategias para disminuir el efecto de isla de calor urbana	48		
referencias de diseño con enfoque sustentable	52		
CAPÍTULO TRES	64		
análisis del entorno	65		

r e l a c i ó n . d e . g r á f i c o s

Fig. 01. Áreas naturales se convierten en zonas rurales y estas a su vez en ciudades.
<https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment>

Fig.02 Referencia del efecto de isla de calor urbano en ciudades latinoamericanas.
Gaceta universitaria UDG

Fig. 03. Isla de calor atmosférica. Gibsy Estrada

Fig. 04. Isla de calor atmosférica. Gibsy Estrada

Fig. 05. Isla de calor atmosférica. Gibsy Estrada

Fig. 06 Imagen de proceso de diseño, de la exploración e identificación de un problema de diseño, a la materialización de una solución. <https://biomimicry.org/category/blog/biomimicry-in-business/>

Fig. 07 Diagrama, del problema a gran escala, a la solución desde la pequeña escala. Gibsy Estrada

Fig. 08 Diagrama, solución a pequeña escala con impacto a gran escala. Prototipos con impacto urbano. Gibsy Estrada

Fig. 09 Design thinking es un proceso de diseño enfocado en solucionar problemas a partir de la innovación mediante procesos creativos. (Design Thinking) Gibsy Estrada

Fig. 10 Textiles termocrómicos.
<https://www.lne.es/vida-y-estilo/tecnologia/2017/03/17/tecnologia-vestir-sera-moda-futuro/2074664.html>

Fig. 11 Polímeros termocrómicos

Fig. 12 Cubiertas termocrómicas. Olykrom

Fig. 13, 14, 15 Superficies sensibles

Fig. 16 Cubierta vegetal.
<https://www.archdaily.mx/mx/779754/casa-magayon-sarco-architects>

Fig. 17 Cubierta vegetal
<https://www.archdaily.mx/mx/779754/casa-magayon-sarco-architects>

Fig. 18 Cubierta blanca o cool roof

Fig. 19 Inserción de vegetación

r e l a c i ó n . d e . g r á f i c o s

Fig. 20 Cool pavements.
<https://ecoforestales.com/pintar-las-calles-combatir-cambio-climatico/>

Fig. 21 Cool pavements.
<https://ecoforestales.com/pintar-las-calles-combatir-cambio-climatico/>

Fig. 22 Sillas generadas a partir del desecho de madera y la bio-resina. Marjan Aubel

Fig. 23 Madera con bio-resina. Marjan Aubel

Fig. 24, 25, 26, 27, 28, 29 Proceso de fabricación de la silla well. Marjan Aubel

Fig. 30 Imágen. Current window. Marjan Aubel

Fig. 31, 32, 33 Current Window. Marjan Aubel

Fig. 34 Render de geometría cerámica con variaciones de poros donde se espera el crecimiento de musgo. Dana Cupkova

Fig. 35 Render de crecimiento de musgo en superficie cerámica. Dana Cupkova

Fig. 36 Render de crecimiento de musgo en superficie. Dana Cupkova

Fig. 37 Crecimiento de musgo en superficie cerámica. Dana Cupkova

Fig. 38 Crecimiento de musgo en superficie cerámica. Dana Cupkova

Fig. 40 Diseño digital de superficie responsiva. Steffen Reichert, HfG Offenbach, 2006-07

Fig. 41 Superficie Responsiva. Steffen Reichert, HfG Offenbach, 2006-07

Fig. 42 Acercamiento al material de madera con bio resina, expansivo, de la silla Well, Marjan Aubel, 2013

Fig. 43 Mapa realizado en QGIS, shapefile DENUE, INEGI, 2018. Gibsy Estrada

Fig. 44 Mapa realizado en QGIS, shapefile DENUE, INEGI, 2018. Gibsy Estrada

Fig. 45 Gráfica de clasificación de clima, muestra que Morelia se tiene una clasificación de clima templado. Weather Tool Ecotect Analysis. Gibsy Estrada

Fig. 46 La gráfica muestra la mejor orientación de la ciudad de Morelia, Weather Tool Ecotect Analysis. Gibsy Estrada

Fig. 47 Carta psicrométrica, zona de confort. Weather Tool Ecotect Analysis. Gibsy Estrada

r e l a c i ó n . d e . g r á f i c o s

Fig. 50 Gráfica de humedad relativa y temperatura promedio del viento en la ciudad de Morelia. Ecotec Weather Analysis. Gibsy Estrada

Fig. 51 Temperatura promedio semanal. Weather Tool Ecotect Analysis. Gibsy Estrada

Fig. 52 La gráfica muestra la mejor orientación de la ciudad de Morelia, Weather Tool Ecotect Analysis. Gibsy Estrada

Fig. 53 La gráfica muestra la mejor orientación de la ciudad de Morelia, Weather Tool Ecotect Analysis. Gibsy Estrada

Fig. 54 La gráfica muestra el porcentaje de humedad relativa a lo largo del día, Weather Tool Ecotect Analysis. Gibsy Estrada

Fig. 55 Diagrama Proceso de diseño. Gibsy Estrada

Fig. 55a Proceso de fabricación molde de poliestireno. Gibsy Estrada

Fig. 56 Pigmento y agregados. Gibsy Estrada

Fig. 57 Agregados. Gibsy Estrada

Fig. 58 Prototipo Azul. Gibsy Estrada

Fig. 59 Render de superficie con prototipo amarillo. Ramses Salgado

Fig. 60 Render de superficie con prototipo rojo. Ramses Salgado

Fig. 61 Superficie con prototipo azul. Ramses Salgado

Fig. 62 Superficie que responde a estímulos térmicos. Ramses Salgado

Fig. 63 Fibras vegetales utilizadas en el experimento, coco, henequén y agave. Gibsy Estrada

Fig. 64 Fotografía de coco fresco. Gibsy Estrada

Fig. 65 Molde con prototipos de concreto con fibras vegetales. Gibsy Estrada

Fig. 66 Preparación de prototipo con hobo. Gibsy Estrada

Fig. 67 Prototipos de concreto con fibras vegetales. Gibsy Estrada

Fig. 68 Fotografía de prototipo de concreto con fibra de coco. Gibsy Estrada

Fig. 69 Impresión 3D de prototipo digital para fabricar molde. Gibsy Estrada

r e l a c i ó n . d e . g r á f i c o s

Fig. 70 Fabricación de molde. Gibsy Estrada

Fig. 71 Desmolde. Gibsy Estrada

Fig. 71 Molde de silicón para fabricar prototipos de concreto. Gibsy Estrada

Fig. 72 Proceso de fabricación de prototipos termocrómicos. Gibsy Estrada

Fig. 73 Prototipo de concreto termocrómico. Carlos Perea

Fig. 74 Prototipo de concreto termocrómico. Carlos Perea

Fig. 75 Prototipo de concreto termocrómico. Gibsy Estrada

Fig. 76 Superficie con variación angular. Gibsy Estrada

Fig.77 Definición | grasshopper. Gibsy Estrada

Fig 78 Definición | grasshopper. Gibsy Estrada

Fig. 79 Prototipo digital con variaciones angulares para aumentar o disminuir superficie. Gibsy Estrada

Fig 80 Definición | grasshopper Gibsy Estrada

Fig. 81 Prototipo digital con variaciones angulares para aumentar o disminuir superficie, con espesor. Gibsy Estrada

Fig 82 Definición | grasshopper Gibsy Estrada

Fig. 83 Rango de sombra. Mayo. Vista aérea estacionamientos área facultad de arquitectura. UMSNH. Ecotec Analysis Gibsy Estrada

Fig. 84 Análisis de asoleamiento. Mayo. Perspectiva estacionamientos área facultad de arquitectura. UMSNH. Ecotec Analysis Gibsy Estrada

Fig. 85 Escenario de cambio termocrómico en base a análisis de incidencia solar. Carlos Perea Gibsy Estrada

Fig. 86 Escenario de cambio termocrómico en base a análisis de incidencia solar. Carlos Perea. Gibsy Estrada

Fig. 87 Fondo con aplicación de prototipo. Rosman Rodriguez, Gibsy Estrada

CAPÍTULO | UNO

i n t r o d u c c i ó n

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

A través de la historia, el ser humano ha tenido la necesidad de asentarse en lugares que cuentan con recursos suficientes para desarrollarse, relacionarse y conformar una sociedad. Estos asentamientos humanos al pasar del tiempo inciden en el cambio de las condiciones del entorno natural. Áreas naturales se convierten en zonas rurales, y estas a su vez en ciudades. A partir de los años 70's el crecimiento de las ciudades ha sido exponencial, el cambio climático se ha convertido en un tema global, se comienza a considerar el espacio como algo que se tendría que planear y regular. (Wagner, 2010). Sin embargo las condiciones económicas y sociales, así como la velocidad y forma, en las que crece la mancha urbana, dificultan la posibilidad de aplicar planes estratégicos de crecimiento urbano, por lo que en la mayoría de los casos es necesario la aplicación de estrategias que correctivas en el diseño de las ciudades. Se espera que para el año 2050 el 70% de la población viva en zonas urbanas (ONU, 2014) lo que significa que las superficies modificadas también aumentarán.



Fig 01. Áreas naturales se convierten en zonas rurales y estas a su vez en ciudades.

El efecto “isla de calor”

Luis Eduardo Carrillo
ecarrillo@redudg.udg.mx

La temperatura en algunas ciudades latinoamericanas aumentó entre uno y cuatro grados centígrados en los últimos años, a causa del crecimiento urbano y la falta de espacios verdes, asevera la Organización meteorológica mundial.

Guadalajara no es ajena a este problema, pues registra cinco o seis grados centígrados más durante el día, en comparación con áreas rurales próximas a la zona metropolitana, de acuerdo con un estudio de la UdeG.

El investigador del Departamento de Producción Forestal, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), José María Chávez Anaya, dijo que este fenómeno, denominado efecto isla de calor, en parte tiene su origen en una notoria disminución de áreas verdes en la urbe.

Lo anterior también provoca un decremento en la humedad relativa. En zonas de sombreado de copa, de 11:00 a 12:00 horas existe un 43.08 por ciento de humedad. A los cinco minutos de exposición directa al sol en un sitio sin vegetación, la humedad relativa baja a 37.90 puntos porcentuales.

Recordó que la ciudad tiene un déficit considerable de áreas verdes: ocho millones 565 mil 65 metros cuadrados. La Organización Mundial de la Salud recomienda nueve metros cuadrados de estas por habitante.

Chávez Anaya comentó que el crecimiento urbano no está acorde con los espacios de vegetación. Desde 1991, en la zona metropolitana de Guadalajara no han construido un parque público. El último fue el Metropolitano.

Otro ejemplo de que existe asimetría entre la mancha urbana y las zonas verdes radica en la transformación de las vías de comunicación. La Minerva, una de las partes con mayor área verde pública, es una de las más afectadas por las obras viales: López Mateos, glorieta Colón, circunvalación Providencia y Pablo Neruda, con entronque con Américas.

“Esta situación nos hace ver que tenemos serias deficiencias, y que en lugar de aumentar, reducen las áreas verdes. Si no cumplimos con el parámetro de disponibilidad de sitios con arbolado, menos beneficios ambientales tendremos en la ciudad”.

Los centros de las ciudades quedan solos, ya que la población prefiere vivir en otros lugares, a causa de las condiciones ambientales adversas y la ausencia de áreas verdes. Mención aparte merecen los cotos habitacionales que, aislados de las vías de comunicación, también carecen de espacios arbolados.



Crecimiento urbano y espacios de vegetación, en desequilibrio

FOTO: FRANCISCO QUIRARTE | GACETA UNIVERSITARIA

Guadalajara registra hasta seis grados centígrados más de temperatura durante el día y hasta ocho por la noche, en relación con áreas rurales cercanas, debido a que cada vez hay menos áreas verdes.

“Las tiendas de autoservicio, como Oxxo y Seven eleven, han arrasado con los árboles de las banquetas, a fin de crear estacionamientos”.

Resaltó que la “anarquía administrativa” municipal propone avenidas como zonas de recreación, en vez de preocuparse por establecer nuevos parques y jardines con las condiciones necesarias para que niños y adultos tengan mejores lugares de diversión.

Estas medidas aumentan el caos vial y reducen la velocidad de circulación de los vehículos, situaciones que provocan mayor contaminación.

El coordinador operativo de la Dirección de parques y jardines, del ayuntamiento de Guadalajara, Gerardo Ruvalcaba, reconoció que hacen falta áreas verdes en la ciudad. “Tenemos un déficit, pero no me atrevería a dar un dato numérico, ya que falta un censo forestal”.

Sin embargo, consideró que el número de jardines, glorietas o camellones (cuya construcción es responsabilidad municipal) permanece constante.

Al ser cuestionado en torno a los efectos de las adecuaciones viales, aceptó que han disminuido las áreas verdes, aunque aclaró que los árboles fueron trasplantados.

Incluso hemos generado otros, en avenidas como 8 de Julio o en una parte de Patria. Otra acción para abatir esta carencia radica en los ‘bosques urbanos’: predios que eran basu-

ros, pero que ahora están reforestados.

“La meta de la dependencia consiste en arbolar lo más rápido posible, para que haya un balance entre pérdidas y ganancias de zonas pavimentadas y áreas verdes.

“El año pasado emprendimos una tarea de reforestación con 25 mil árboles, mismos que están por encima de los dos metros. Para plantar tenemos entre 80 y 90 mil macizos por año, pero aún no poseen la talla adecuada para garantizar su calidad y sobrevivencia”.

Respecto a las áreas verdes y su relación con la temperatura, Gerardo Ruvalcaba comentó: “Hemos observado en imágenes satelitales que dentro de la zona urbana existe un radio de influencia importante en los parques, algo que permite entender las diferencias de temperatura”.

El aumento de temperatura es provocado por varios componentes. “Resultaría injusto dejar todo al acierto del arbolado, pues también influyen las cantidades de superficies asfaltadas, las nuevas construcciones y los edificios de varios niveles que emplean reflejantes”.

Los especialistas comentaron que la radiación del sol queda atrapada por la tierra y por la sombra de los árboles en las ciudades. Sin embargo, otra cantidad es reflejada, fenómeno que multiplica la acción de los rayos solares y que eleva el calor.

De acuerdo con el investigador del CUCBA, es necesario efectuar más estudios en diferentes zonas de la ciudad, para conocer el impacto en las áreas verdes, y por consecuencia, lo que produce en la temperatura de la urbe.

Opiniones

Investigador de Instituto de Astronomía y Meteorología, de la UdeG, Ulises Ramírez

Para disminuir la temperatura resulta fundamental crear áreas verdes, reducir el número de automóviles y las emisiones de las empresas, generar una cultura ecológica y mayores espacios de infiltración de agua. “Tenemos muchas zonas pavimentadas, de manera que no dejamos transpirar a la tierra, situación que genera islas de calor”.

Especialista ambiental de la Universidad de Guadalajara, Arturo Curriel Ballesteros

Los expertos en habitat consideran al porcentaje de humedad y la temperatura como dos elementos importantes para vivir de manera confortable, aspectos que pueden ser regulados por las áreas verdes.

De acuerdo con recomendaciones de especialistas en estos temas, una ciudad habitable debe tener más de 12 por ciento de su superficie con áreas verdes bien articuladas o impedir que crezca demastado la mancha urbana.

En Guadalajara esto no existe. La ciudad fue desdibujada desde la década de los sesenta, además de que ahora experimentamos el colmo de la situación, pues en sitios con mayor beneficio para nuestra vida, como el bosque la Primavera, hay asentamientos irregulares.

“Si vez los registros del siglo XX, a partir de los sesenta la temperatura sube y ya no baja, de manera que si tenemos una modificación de la temperatura bastante amplia y notoria.” ■

Repercusiones

Aumento de temperatura, migración de la fauna de los parques, baja captura de precipitación pluvial, impacto a suelos, aumento del uso de energía eléctrica por los aires acondicionados, mayor incidencia de problemas respiratorios por la contaminación, incremento del ruido, menor captura de dióxido de carbono (uno de los principales gases que genera la inversión térmica) y falta de producción de oxígeno.

Fig.02 Referencia del efecto de isla de calor urbano en ciudades latinoamericanas.

La ciudad actúa como un elemento que modifica el clima de la región, este clima generado por la ciudad lo podemos definir como microclima. El microclima de una ciudad tiene condiciones específicas que están directamente relacionadas con la morfología, estructura y condiciones de la ciudad.

El efecto de isla de calor urbana se genera por varios factores, el aumento de áreas urbanizadas, una planeación urbana carente de la aplicación de estrategias de sostenibilidad para la ciudad, la utilización de materiales poco sustentables y /o adecuados para superficies de vialidades, estacionamientos, etcétera. Las islas de calor urbano pueden provocar problemas de confort tanto en espacios exteriores como interiores y esto genera que haya mayor uso energético para enfriar espacios en verano o calentarlos en invierno.

Este problema también representa un riesgo para la salud, sobre todo para los sectores más vulnerables como niños, ancianos y enfermos, así como problemas económicos y el ya mencionado energético. (Tumini, 2010)

La isla de calor urbana es la respuesta de muchos factores, los cuales pueden ser catalogados como controlables e incontrolables. A su vez estos factores pueden ser clasificados como variables temporales en el tiempo, por ejemplo, la velocidad del viento o la cobertura de las nubes; como variables constantes en el tiempo como lo son las zonas verdes, el material de los edificios y el factor de visión del cielo; y como variables cíclicas como la radiación solar o las fuentes de calor antropogénico (Rizwan et al., 2008).

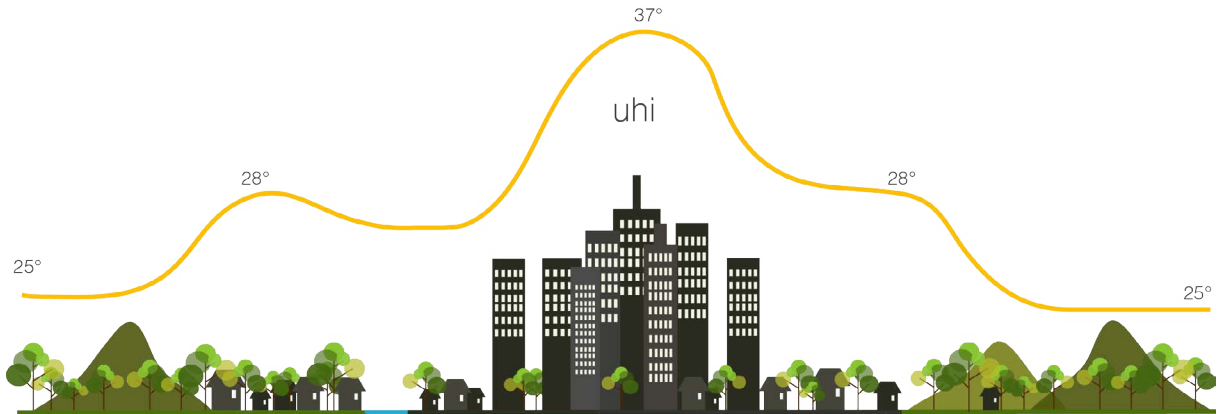
Se pueden distinguir dos tipos de ICU (Isla de Calor Urbana), la superficial y la atmosférica, que según la investigadora Irina Tumini, se diferencian por los elementos que la generan, los métodos para identificarlas y medirlas, los impactos generados y en algunos casos, las formas para mitigarlas. La isla de calor superficial se genera por la elevación de la temperatura de superficies de suelos, techos y fachadas, esta temperatura se registra mayor a la temperatura del aire.

La isla de calor superficial se puede producir de igual forma en el día como en la noche, pero tiende a ser más fuerte durante el día y con el cielo despejado (Fig 02). La isla de calor atmosférica se determina por la diferencia de temperatura del aire entre las zonas urbanas y las zonas rurales (Fig 01).

Existe una relación entre el microclima y el uso que se le da a los espacios públicos, esto de acuerdo al confort que sienta el usuario. Se puede observar en las ciudades, que los espacios exteriores que se encuentran expuestos al sol y que por lo tanto son espacios calurosos, generalmente sin vegetación, son espacios abandonados o poco transitados. Esto además de afectar la imagen urbana propicia problemas de inseguridad, de salud, económicos, entre otros.

Se pueden mencionar dos tipos de estrategias a seguir para mitigar el efecto de la isla de calor urbana. Estrategias preventivas y estrategias correctivas. Las estrategias preventivas serian tales como; tener un plan de desarrollo urbano sostenible, en donde se tenga identificadas las áreas de reserva, pero sobre todo se respete el uso de suelo dentro de la ciudad. Ciudades sostenibles e inclusivas, con suficientes áreas verdes y suelos permeables, propicios para el desarrollo y esparcimiento del ser humano.

Las estrategias correctivas se implementan en espacios o zonas que ya presentan el efecto de isla de calor, insertando elementos que ayuden a mitigar dicho efecto. (Tumini, 2010)



uhi atmosférica

Fig 03. Isla de calor atmosférica

isla.de.calor.urbano|tipos

i s l a | s u p e r f i c i a l

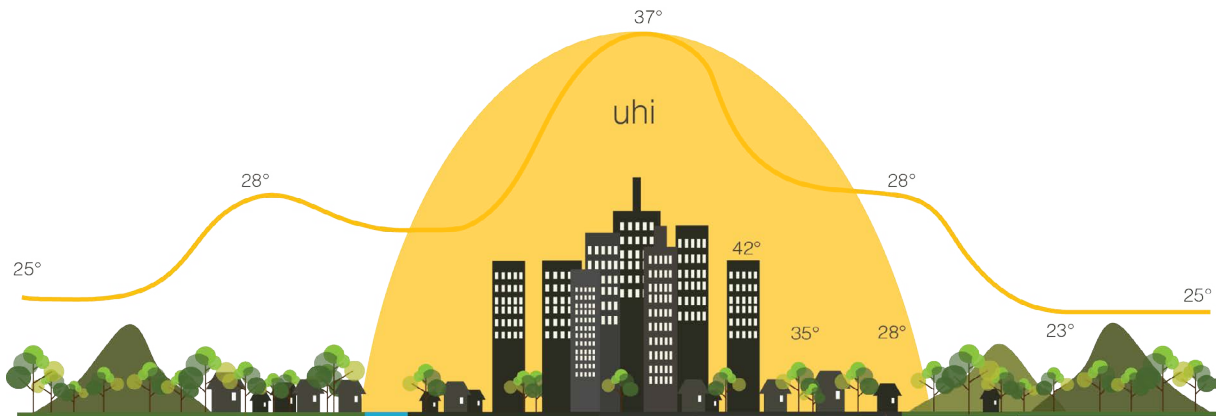
24 | UHI



Fig 04. Isla de calor atmosférica

isla.de.calor.urbano|tipos

isla | superficial | atmosférica



25
H
C

Fig 05. Isla de calor atmosférica

La ciudad de Morelia cuenta con varios parques y jardines que sirven como recarga de los mantos freáticos, pulmones para la ciudad y espacios recreativos, principalmente en la zona sur-este de la ciudad. Sin embargo estas áreas no son suficientes para mantener el confort térmico de la ciudad, en las últimas tres décadas esta se ha incrementado en por lo menos 3 grados centígrados, de acuerdo a estudios realizados por el centro de investigaciones ambientales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, han hecho una investigación del efecto de islas de calor en Morelia, a los cual obtuvieron como resultado que en temperatura de la ciudad ha habido un cambio de 3 grados centígrados en invierno, este estudio se realizó tomando en cuenta un periodo de tiempo de treinta años, desde 1980 hasta el año 2010. De lo cual se deduce que la temperatura ha aumentado un grado centígrado por década lo cual es bastante alarmante en términos de temperatura local. (Chacón, 2015. Isla de Calor en Morelia)

Esto se debe a la falta de planeación urbana, al crecimiento desmedido de la mancha urbana, construyendo espacios desprovistos de equipamiento urbano y sobre todo a la modificación de las superficies, cambio de coberturas vegetales por superficies artificiales. Se puede registrar un aumento en la temperatura de la ciudad y mayormente en zonas donde precisamente existen superficies pavimentadas o asfaltadas y menor superficie de áreas verdes. Así como este fenómeno se presenta en la ciudad de Morelia, se percibe en la mayoría de las ciudades del mundo, por lo que el diseño de superficies que respondan a cambios de temperatura, se convierte en un tema de relevancia global, para lo cual es necesario identificar las estrategias que se implementan actualmente, a partir de esto identificar aspectos morfológicos y materiales adecuados para las ciudades actuales, que son las ciudades del futuro.

Las estrategias más utilizadas al rededor del mundo para mitigar las isla de calor urbana superficial, se han propuesto desde enfoques generalmente técnicos en las áreas del urbanismo, la sustentabilidad, la biología y las ciencias ambientales, en donde poco se ha explorado desde el campo creativo del diseño. En este aspecto se considera importante que los procesos de soluciones a problemas complejos se hagan de manera transversal, involucrando a varias disciplinas para poder generar una propuesta de solución integral.

Objetivo General

El presente proyecto pretende, incidir en la disminución del efecto de isla de calor urbana superficial mediante el diseño de superficies sensibles que respondan a cambios de temperatura mediante la de la exploración morfológica, crómica y material, desde el campo creativo del diseño, para generar una propuesta física de un prototipo de superficie.

Objetivos Particulares

Identificar soluciones generadas hasta el momento en aspectos técnicos y desde el campo creativo, para posteriormente realizar una exploración morfológica y material con el fin de generar un prototipo de superficie, mediante una metodología iterativa de design thinking y diseño experimental.

Someter a pruebas de temperatura los prototipos físicos y digitales, generados a partir de este proceso.

Definir cuáles son las condiciones o características que presentan los lugares donde existe mayor temperatura de la ciudad.

Identificar materiales, tecnología, estrategias, indicadores, etc. que puedan contribuir a la mitigación de calor en la ciudad.

Diseñar y fabricar un prototipo para la aplicación en superficies mediante un proceso de diseño experimental.

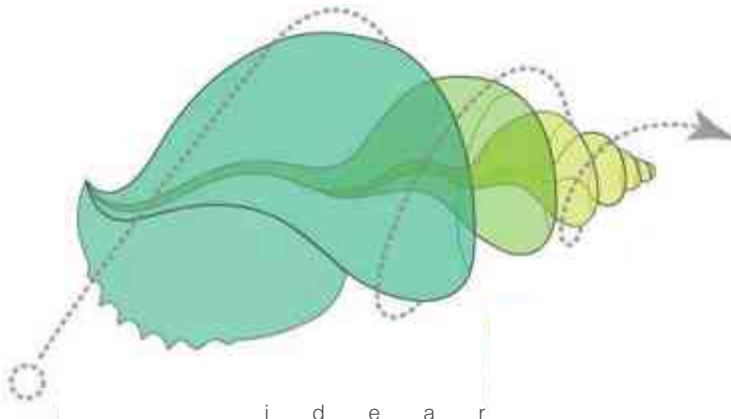
En el problema de diseño inicialmente planteado se visualizan ciudades como generalmente las pensamos de manera tradicional, en donde existe una planeación y un diseño, que se anticipa a las necesidades sociales, la realidad es que *vivimos en entornos que se encuentran en constante cambio, por lo que resulta difícil poder solucionar problemas actuales y futuros con elementos artificiales estáticos insertados en el medio natural*. Un problema puede tener diversas soluciones, en este caso se propone la exploración desde el campo del diseño, experimentando con aspectos morfológicos, crómicos y materiales para generar un prototipo de superficie sensible al entorno, que incida en la disminución del efecto de isla de calor urbana.

Se parte desde el análisis crítico en donde se entiende que el diseñador, para poder incidir en la transformación de las sociedades, debe trabajar en conjunto con otras disciplinas, esto con la finalidad de proponer soluciones integrales a tendencias y problemas del entorno modificado.

“El diseño visto como un reflejo social y cultural, que responde generalmente a cambios y evolución contextual. El entorno físico, como el lienzo del diseñador, se modifica por agentes naturales y artificiales, jugando el diseñador un papel importante en la transformación de las sociedades mediante la de la materialización de las ideas en el medio artificial construido.” En la actualidad, además de los aspectos estéticos y funcionales, es importante considerar características de resiliencia social, cultural y ambiental.

Se pretende generar un prototipo aplicable a superficies verticales y horizontales que responda a condiciones de temperatura del entorno, lo cual se realiza a través de un proceso de *design thinking* y *diseño experimental*, basado en iteración, aleatoriedad y variables, como medio de innovación en procesos creativos para resolver problemas.

e x p l o r a r



p r o t o t i p a r



Fig. 06 Imagen de proceso de diseño, de la exploración e identificación de un problema de diseño, a la materialización de una solución.

Problema Escalable Global | Elevación de Temperatura en Superficies

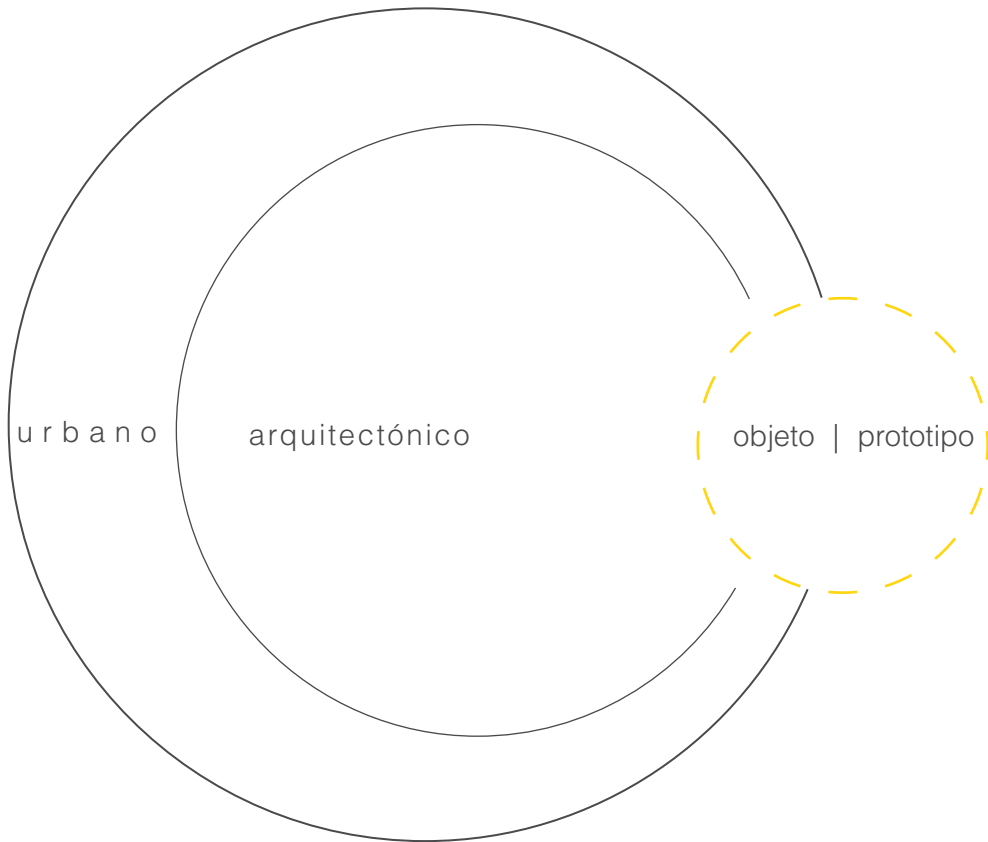


Fig. 07 Diagrama, del problema a gran escala, a la solución desde la pequeña escala.

Solución Escalable | Diseño de prototipo de superficie mediante proceso de diseño experimental

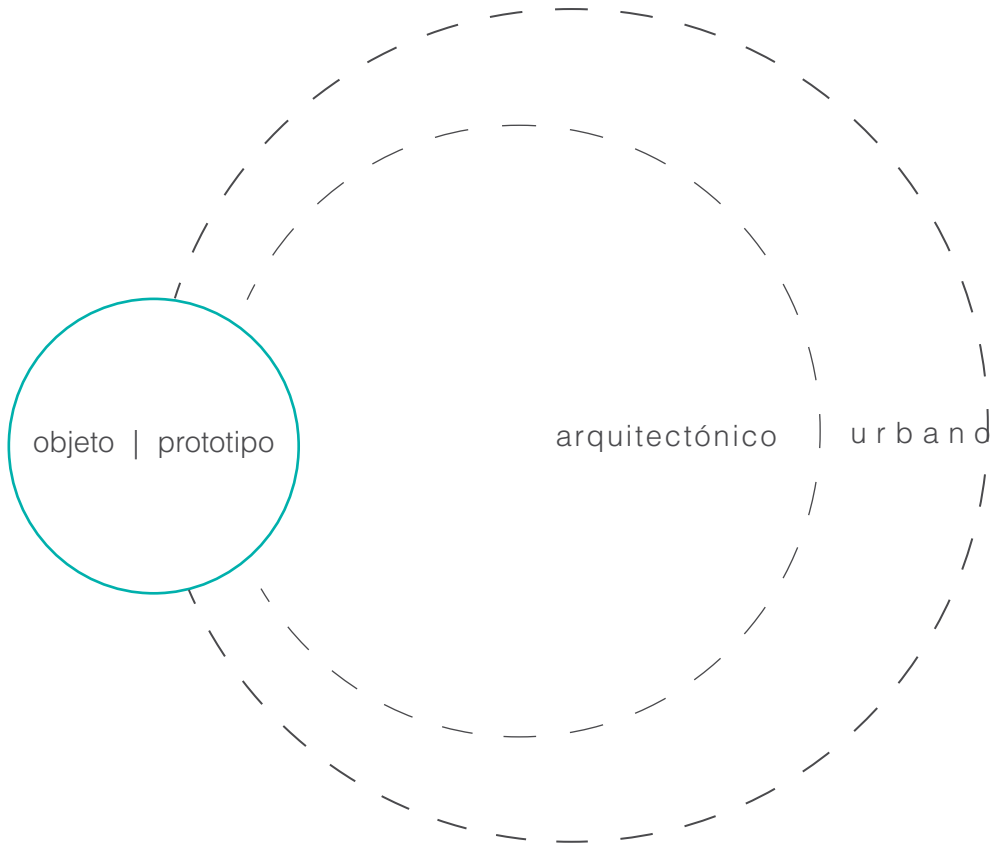


Fig. 08 Diagrama, solución a pequeña escala con impacto a gran escala. Prototipos con impacto urbano.

m e t o d o l o g í a

d e s i g n . t h i n k i n g . e x p e r i m e n t a l

En el proceso de diseño se identifican los siguientes aspectos realizados en base al proceso metodológico de design thinking. En este caso, aplicado mediante la exploración del entorno para definir un problema e idear soluciones que nos llevan a materializar un prototipo.

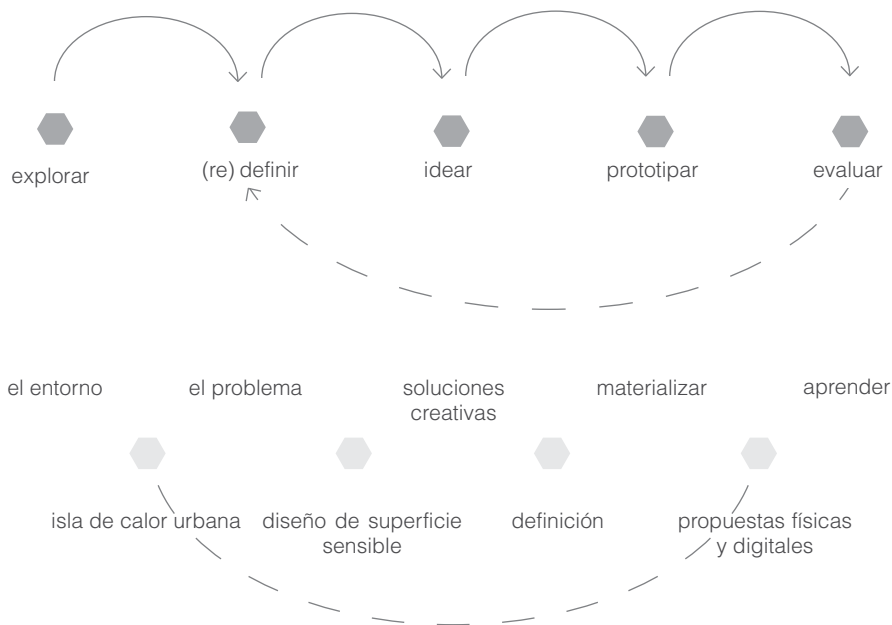


Fig. 09 Design thinking es un proceso de diseño enfocado en solucionar problemas a partir de la innovación mediante procesos creativos. (Design Thinking,

En el proceso de diseño se identifican los siguientes aspectos realizados en base al proceso metodológico de *design thinking*. en este caso aplicado mediante la exploración del entorno para definir un problema e idear soluciones que nos llevan a materializar un prototipo.

El proceso de diseño comienza con la identificación de soluciones generadas hasta el momento en aspectos técnicos y desde el campo creativo, para posteriormente realizar una exploración morfológica y material con el fin de generar un prototipo de superficie, mediante una metodología iterativa de design thinking y diseño experimental en el proceso de fabricación del prototipo.

Se propone el uso de materiales inteligentes, como pigmentos termocrómicos, para lograr la variación del color de una superficie, ante un estímulo por temperatura, con lo cual se puede incidir sobre los cambios en la temperatura superficial. Habiendo identificado los materiales a utilizar se realizan exploraciones para la definición morfológica del prototipo, con lo cual se busca que al igual que la variación cromática incida sobre la temperatura, la definición morfológica por variaciones angulares controle la cantidad de superficie que se expone a la incidencia solar de acuerdo a la orientación y ubicación en donde se aplique.

Los prototipos físicos y digitales, generados a partir de este proceso, son sometidos a pruebas de temperatura superficial para comprobar su capacidad de reacción ante dichos cambios, esto como parte de la etapa de evaluación, para posteriormente redefinir y comenzar otro proceso iterativo.

C A P Í T U L O | D O S

En este capítulo se abordan aspectos conceptuales, estado de arte, estrategias de diseño y referencias de diseño en relación al tema de estudio, con la finalidad de contextualizar y comprender el fenómeno de la isla de calor urbana y partir de esto generar una propuesta de diseño.

En la literatura en relación al fenómeno de la isla de calor urbana se han identificado los conceptos que se abordan en general por la mayoría de las autoridades en este tema.

Se han encontrado varios estudios realizados desde el área de las ingenierías, la sustentabilidad y el urbanismo, en general, estudios técnicos, que presentan propuestas de estrategias en torno al efecto de isla de calor urbana. La mayoría de la documentación que existe propone estrategias de carácter correctivo, con la aplicación de estrategias en lugares donde ya se presenta el efecto de isla de calor urbana.

Las estrategias más utilizadas alrededor del mundo para mitigar las isla de calor urbana superficial, se han propuesto desde enfoques generalmente técnicos en las áreas del urbanismo, la sustentabilidad, la biología y las ciencias ambientales, en donde poco se ha explorado desde el campo creativo del diseño. En este aspecto se considera importante que los procesos de soluciones a problemas complejos se hagan de manera transversal, involucrando a varias disciplinas para poder generar una propuesta de solución integral.

Título: *Heat Islands. Understanding and mitigating heat in urban areas. Islas de calor. Entendiendo y mitigando el calor en las zonas urbanas.*

Autores: Lisa Gartland

Ciudad: Londres, Inglaterra

Editorial: Earthscan Publications

Año: 2008

Descripción: En este artículo se aborda el tema de la acción humana y su relación con el entorno y el ambiente. Se analizan los riesgos del planeta y las oportunidades en base al cambio de comportamiento del ser humano para disminuir estos riesgos y construir un futuro sostenible.

Palabras Clave: Isla de calor, pavimentos, diseño, estrategias, temperatura, mitigar, experimentación, radiación solar, albedo, construcción, microclima.

Resumen: En este libro Lisa Gartland realiza una revisión de las características y componentes de la isla de calor urbana, define ¿qué es una isla de calor? Y habla de las primeras investigaciones que se realizaron a cerca de este fenómeno y hace referencia a uno de los primeros investigadores del tema en el año 1918. Menciona cinco características para poder identificar donde se presenta una isla de calor y los impactos que tiene.

Autores Referencia: Luke Howard

Título: *El Antropoceno como oportunidad para reorientar el comportamiento humano y construir un futuro sostenible*

Autores: Amparo Vilches y Daniel Gil Pérez

Ciudad: Valencia, España

Editorial: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol 10, Nº 3, 394-419

Año: 2011

Título: *Pavement materials for heat island mitigation: design and management strategies.*

Autores:

HUI LI, Ph.D., P.E.

Research Scientist, Dept. of Civil and Environmental

Engineering, University of California, Davis, US

Professor, School of Transportation, Tongji University,

Ciudad: Shanghai, China

Editorial: ELSEVIER

Año: 2016

Resumen: Este documento analiza los efectos de varios diseños pavimentos y el manejo de diferentes estrategias para mejorar las condiciones térmicas del entorno y mitigar los efectos de isla de calor superficial, a través de mediciones en campo y simulaciones virtuales.

Palabras Clave: Isla de calor, pavimentos, diseño, estrategias, temperatura, mitigar, experimentación, radiación solar, albedo, construcción, microclima.

Autores Referencia: Lisa Gartland, Heat Island, understanding and mitigating heat in urban areas. Londres, Inglaterra, Earthscan Publications, 2008.

Akbari Hashem

Título: *A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature.*

Autores: D. Stewart* Department of Geography, University of British Columbia, Vancouver,

Ciudad: Vancouver, BC, Canada

Editorial: International Journal of Climatology

Año: 2010

Resumen: El presente documento aborda el tema de la climatología en la ciudad, y documenta las magnitudes de las islas de calor en algunas ciudades importantes del mundo. Se enfoca principalmente en estudios de observación de este fenómeno, y hace una crítica y revisión de la literatura y metodologías científicas utilizadas para medir dicho fenómeno en el periodo de 1950-2007. La revisión se hace en alrededor de 190 estudios del islas de calor. Este documento concluye con recomendaciones para mejorar las metodologías en estudios de islas de calor.

Título: *Análisis climático y uso de suelo para evaluación de isla de calor en la ciudad de Morelia, Michoacán*

Autores: Dr. Arturo Chacón/Bióloga Paola Margarita UMSNH

Ciudad: Morelia, Michoacán

Editorial: Tesis, UMSNH

Año: 2015

Resumen: En el presente documento se realiza un análisis de las condiciones ambientales y los cambios que ha sufrido la ciudad de Morelia en las últimas dos décadas. En este análisis se identifica la elevación de la temperatura con respecto a estudios que se habían hecho en años anteriores.

Título: *Design strategies to reduce the heat-island in the urban space. Madrid stadium case.*

Autores: Irina Tumini

Ciudad: Madrid, España

Editorial: Artículo

Año: 2010

Resumen: Este artículo presenta los resultados de un estudio comparativo, con la finalidad de investigar la relación entre microclimas y el diseño urbano de Madrid.

En este trabajo se analiza la temperatura del aire monitoreando tres ubicaciones en Madrid, y hace la comparación entre las tres áreas con diseño urbano diferente.

Palabras Clave: Isla de Calor, Temperatura, Diseño Urbano, Planeación.

Autores de Referencia: Ahmed Memon Rizwan, Eva Wong, S. Hassid, M. Santamouris.

Título: *Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions*

Autores: M. Santamouris, A. Synnefa, T. Karlessi

Ciudad: Atenas, Grecia

Editorial: ELSEVIER / Año: 2011

Descripción: El presente documento revisa el estado del arte actual en el desarrollo y propuestas de materiales de enfriamiento, con alto grado de reflexión solar, para edificios y estructuras. El uso de algunos materiales puede contribuir a la mitigación del efecto de isla de calor y el mejoramiento de las condiciones y calidad ambiental.

Palabras Clave: Mitigación, isla de calor, ambiente, materiales, reflexión solar.

Título: *How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect*

Autores: aura Kleerekopera, Marjolein van Esch, Tadeo Baldiri Salcedo

Ciudad: Delft, Holanda

Editorial: ELSEVIER, Resources, Conservation and Recycling

Año: 2012

Descripción: Este documento aborda el tema del clima y la forma en que influencia en espacios abiertos y como estos se utilizan. En especial trata temas de espacios públicos, y el uso por peatones y ciclistas en la ciudad, tales como parques, calles, andadores, y como estos son más disfrutados y usados cuando presentan condiciones de confort térmico para los usuarios. Debido a la elevación de la temperatura a nivel global, el clima tiende a ser menos confortable, sobretodo en la temporada de verano, donde de por si se espera que la temperatura sea más alta. El fenómeno de la isla de calor agrava estas condiciones de altas temperaturas en las ciudades. Las características espaciales tienen una influencia sobre el microclima que se genera, por lo que el diseño urbano puede contribuir a mitigar los efectos del cambio climático y el efecto de isla de calor urbana. Este documento explora estos efectos e intenta proveer herramientas para el diseño urbano y su implementación.

Palabras Clave: Clima urbano, diseño urbano, planeación urbana, efecto de isla de calor.

Autores Referencia: WHO, Esch M, van Bruin-Hordijk T, de Duijvestein K, Robitu M, Musy M, Inard C, Groleau D, Nishimura N, Nomura T, Iyota H, Kimoto S

Título: *Pavement materials for heat island mitigation: Design and management strategies*

Autores: Hui Li, Ph.D., P.E.

Ciudad: Shangai, China

Editorial: ELSEVIER / Año: 2016

Descripción: Se encontró que el uso de materiales con índice alto de reflectividad en los pavimentos, puede reducir la temperatura superficial, sin embargo, elevar este índice puede afectar el confort termico de una persona en periodos de calor debido al incremento de la temperatura radiante reflejada hacia los cuerpos cerca de las superficies. La inserción de elementos vegetales para generar sombra en los pavimentos es lo más eficiente tanto para reducir la temperatura de una superficie, como para mejorar el confort termico del ser humano en los periodos de calor.

[m a r c o . c o n c e p t u a l]

El marco conceptual comprende en su mayoría aspectos técnicos, ya que este problema se ha explorado en su generalidad desde el campo científico. De tal forma que para construir la propuesta de diseño se presentan los conceptos más relevantes encontrados en relación a la isla de calor urbana, comenzando por definir esta última.

Isla de Calor Urbana

En la mayoría de documentos analizados, la Isla de Calor Urbana, se define como un fenómeno relacionado a la generación de altas temperaturas en zonas urbanas, comparado a zonas rurales o espacios con menos densidad de construcción. Así mismo se relaciona a estructuras con materiales de alta absorción solar y la falta de áreas verdes, superficies permeables, así como el aumento de la actividad antropogénica. (Oke et al., 1991).

Albedo

La cantidad de radiación solar reflejada por una superficie. (Nikolopoulou, M., 2004)
El albedo es la fracción de energía o radiación solar reflejada por una superficie de la tierra al espacio. El hielo, en especial cubierto de nieve, tiene un alto albedo, por lo que la mayoría de la radiación solar que incide sobre este, es reflejada de regreso al espacio. El agua por el contrario es mucho más absorbente de la energía solar y más reflectivo. (M.Santamouris, University of Athens). Algunos valores de la cantidad de albedo (% reflejado) en relación a los materiales utilizados son los siguientes:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| * Nieve 80% - 90% | * Pintura blanca 50%-90% |
| * Zonas de agua 10% - 60% | * Pasto 20% - 30% |
| * Cubierta oscura 8%-18% | * Concreto 15% - 25% |
| * Cubierta clara 35%-50% | * Asfalto 5%-10% |
| * Piedra o ladrillo 20%-40% | |

Confort

El confort es un estado físico y mental en el cual el hombre expresa satisfacción con el medio ambiente circundante.

El término confort considera factores físicos, psicológicos y sociales del individuo. Es un estado de percepción ambiental, el cual está determinado por el estado de salud del individuo pero considera factores distintos externos e internos.

- Factores internos: Raza, sexo, edad, características físicas y biológicas, salud física o mental, estado de ánimo, grado de actividad metabólica, experiencia y asociación de ideas, etc.

- Factores externos: Grado de arropamiento, tipo y color de la vestimenta, factores ambientales como temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, radiación, velocidad del viento, niveles lumínicos, niveles acústicos, calidad del aire, olores, ruidos, elementos visuales, etc. (Fuentes Freixanet,1997)

Confort Térmico

El confort es una combinación de factores y no se puede ver como un ente aislado, ya que considera los factores anteriores y su interacción constante y variable. La percepción del medio ambiente dada a través de la piel, en donde se estudian aspectos fisiológicos y de interacción entre el medio ambiente y el cuerpo humano, como la cantidad de energía producida por el metabolismo basal.(Fuentes Freixanet,1997)

La percepción del confort térmico es subjetiva y varía de persona a persona, está influenciada por diferentes parámetros contextuales, como grado de actividad física, aclimatación psicológica a diferentes temperaturas, tipo de ropa, temperatura ambiental, temperatura de las superficies circundantes, radiación solar, así como humedad relativa del ambiente. (Brown and Gillespie, 1995; Fanger, 1982).

El confort térmico es variable, por lo tanto resulta un poco difícil determinar las condiciones adecuadas para cada individuo. Sin embargo, es posible sugerir rangos de temperaturas adecuadas para el promedio de las personas. Este rango se determina entre los 20°C y 27°C en condiciones promedio, con una humedad relativa optima en un rango entre el 35% al 60%. (Fanger, 1982; Déoux, 2004; Nikolopoulou, 2004).

Sustentabilidad

A partir de la revolución industrial, la estandarización de procesos de diseño y rápida producción han generado un consumo excesivo de recursos, a lo cual los ciclos naturales del planeta no han podido recuperarse de forma natural. Estos hábitos de consumo han derivado en daños irreversibles al medio ambiente. Ante esta situación diversas naciones han recurrido a la implementación de políticas públicas y programas que regulen el cuidado y el consumo de dichos recursos. En 1987 en una convención en Noruega se firmó un acuerdo para replantear las políticas de desarrollo económico global, en el cual se reconoce que el desarrollo social se está dando a un costo muy alto en términos medioambientales. Para esto se plantean naciones con una postura sustentable con el fin de disminuir el impacto ambiental, cuidando los recursos en el presente, para no comprometer los recursos de las futuras generaciones. (Brundtland, 1987).

Capacidad Térmica de los Materiales

Todos los materiales tienen ciertas propiedades térmicas, las cuales se entienden como la respuesta de dichos materiales a la aplicación de calor. Los materiales sólidos absorben cierta cantidad de energía al ser calentados, esta cantidad de energía indica la capacidad que tiene el material de absorber calor de su entorno. Es importante conocer la capacidad térmica de un material que va a ser expuesto al calor si lo que se busca es que este mantenga ciertas condiciones para garantizar la eficiencia térmica de un espacio. (Matienza, 2014)

Materiales Inteligentes

Un material inteligente posee la capacidad de responder a un estímulo externo de manera controlada modificando alguna de sus propiedades. inicialmente se utilizaron en los campos de la ingeniería y las ciencias para posteriormente utilizarse en general en el campo del diseño, la arquitectura y el urbanismo. La tecnología de la mayoría de estos materiales funciona a nivel molecular a una microescala, por lo que parecería que son complejos de utilizar y hasta la fecha son muy poco explotados en áreas ajenas a las que inicialmente los crearon o utilizaron. (Addington, Schodek, 2005)

Pigmentos termocrómicos

Los pigmentos termocrómicos se aplican a materiales con la finalidad de controlar su color de acuerdo a una temperatura determinada. La variación del color entonces indica variación en la temperatura, esta tecnología es utilizada en termómetros, empaques, textiles y cerámica. Como sensores para circuitos, instalaciones eléctricas e hidráulicas, actualmente también se están utilizando en el campo de la aeronáutica para detectar fallas en el sistema físico de un avión como medida de seguridad. (Robert M. Cristie, Robertson, Taylor, 2007)



Fig. 10 Textiles termocrómicos



Fig. 11 Polímeros termocrómicos



Fig. 12 Cubiertas termocrómicas

Sistemas adaptativos

A lo largo de la evolución de la vida, la naturaleza ha demostrado una gran capacidad de adaptación y eficiencia en el uso de recursos, por lo que ha sido fuente de inspiración para el ser humano en la generación de soluciones innovativas a problemas cotidianos. (Bhushan, Bharat. "Biomimetics, 2009).

El proceso de diseño bio inspirado es muy amplio y requiere del conocimiento e intervención de varias disciplinas, por lo que el concepto de "Diseño Bio Inspirado" o biomimética se refiere al entendimiento del diseño basado en evidencia biológica. ("Biological first principles for design competence." Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, Cambridge University Press, 2010).

Entornos sensibles | Superficies sensibles

Los entornos sensibles es un cocepto difcil de definir, ya que puede hacerse referencia a este en distintos campos de estudio, se utiliza más en el área de diseño computacional, y diseño parametrico, pero en este caso se definirá como un elemento puede responder a cambios o estímulos del entorno, y puede ser explorado con prototipos físicos o virtuales.



Fig. 13, 14, 15 Superficies sensibles

[estrategias.para.disminuir.
el.efecto.de.isla.de.calor.urbana]

La isla de calor urbana no es un fenómeno que haya aparecido recientemente, se tiene registro desde hace alrededor de cien años, se puede decir que existe desde que se ha ido urbanizando el mundo, a mayor o menor escala, dependiendo del porcentaje de superficies modificadas en relación a las coberturas naturales que se hayan respetado o planeado insertar en una ciudad. La isla de calor se presenta también en relación a la cantidad de personas concentradas en una ciudad, el calor antropogénico es un factor a considerar. (M. Santamouris, 2012). Los estudios que mayormente se han realizado en relación a este fenómeno, han sido en lugares que por su posición geográfica presentan altas temperaturas, por lo que son quienes han desarrollado, principalmente, estrategias para mitigar o disminuir la isla de calor generada en las zonas urbanas.

A continuación se presentan algunas de las estrategias más utilizadas al rededor del mundo, y hasta el momento siguen vigentes, haciéndose replicables en países en desarrollo que comienzan a presentar señales de este fenómeno.

Cubierta Vegetal

Las cubiertas vegetales, permiten el enfriamiento en las zonas urbanas. La pérdida de estas superficies vegetales significa la disminución de zonas de enfriamiento en las ciudades. La vegetación tiene un rol importante en la prevención del calentamiento en zonas construidas por medio del proceso de evapotranspiración, el aire es enfriado permitiendo que parte del calor escape y se suscite la evaporación. La vegetación también contribuye y ayuda a controlar la afluencia pluvial en las ciudades, evitando inundaciones. (Bolund and Hunhammar, 1999; Cavayas and Baudouin, 2008; Akbari et al., 2001; English et al., 2007). La densificación urbana en las últimas décadas ha causado el cambio de las cubiertas vegetales. Los suelos naturales han sido remplazados por materiales impermeables como superficies de asfalto y en general materiales impermeables en superficies construidas, los cuales no proporcionan filtración de agua, ni tienen cualidades de absorción, esto genera desviación de aguas pluviales, causando también inundaciones en las ciudades. (Rushtone, 2001; Coutts et al., 2008; Mailhot and Duchesne, 2005).

Cubiertas Blancas o Cool Roofs

Las tecnologías creadas para revestir las cubiertas de edificios de blanco intentan aumentar la cantidad de albedo en las superficies, esto ayuda a disminuir la cantidad de calor que se absorbe y por el contrario lo refleja hacia el espacio. (M. Santamouris, 2012, Mac Cracken, 2009). Se puede considerar una estrategia eficiente, existen registros de su impacto positivo en la disminución de la isla de calor por lo que en varias ciudades se ha implementado como una política de disminución de impacto ambiental y ahorro energético. (Climate Protection Partnership Division in the U.S. Environmental Protection Agency's Office of Atmospheric Programs, 2010).

Inserción de vegetación

La inserción de vegetación es uno de los aspectos más importantes a considerar para mantener el confort térmico en una ciudad o disminuir la temperatura de esta, puede ser utilizada desde la planeación, respetando áreas de conservación ecológica en el diseño de una ciudad, o como medida correctiva cuando ya se presenta la elevación de la temperatura en las urbes. (M. Santamouris, 2012)

Revestimientos blancos o cool pavements

Los pavimentos representan un gran porcentaje de superficie en la mancha urbana, por lo que resulta importante tomar alguna acción sobre estos, ya que el material y el color que estos tengan representa un gran impacto en la temperatura superficial en la urbe. El revestimiento blanco se aplica en pavimentos de calles para ayudar a disminuir la temperatura superficial de estos, se ha registrado una disminución en la temperatura de hasta diez grados, lo cual ayuda a disminuir la isla de calor que se genera en las ciudades. (M. Santamouris, 2013)



Fig. 16 Cubierta vegetal



Fig. 17 Cubierta vegetal



Fig. 18 Cubierta blanca o cool roof



Fig. 19 Inserción de vegetación



Fig. 20 Cool pavements



Fig. 21 Cool pavements

Como se observa en las imágenes, y se describe anteriormente, las estrategias más utilizadas están en general enfocadas a la modificación de las superficies artificiales insertadas en las ciudades. La inserción de vegetación es la manera más eficiente de regular la temperatura, según lo revisado en la literatura, sin embargo, en una ciudad, se requiere de otro tipo de superficies para facilitar la movilidad dentro de esta, por lo que el implementar recubrimientos en las superficies con acabados reflectivos se ha convertido en un factor común en las soluciones que se proponen alrededor del mundo.

Los procesos de diseño, que en la actualidad están enfocados en resolver problemas por lo general de impacto ambiental o con matices sustentables, se plantean mediante la exploración análoga y digital, explora materiales y realiza diferentes simulaciones del entorno construido. Esto implica una serie de experimentos y pruebas en donde varias disciplinas están involucradas. El diseño con enfoque sustentable puede representar un gran reto al tener que obtener resultados que realmente modifiquen de alguna manera las condiciones iniciales ambientales de manera positiva.

En relación a este tema se han realizado avances tecnológicos en los que la nanotecnología y la biotecnología parecen ser la tendencia ya no solo en aspectos meramente científicos y concernientes a ingenierías, si no que cada vez están más ligados a los procesos de diseño desde la escala un objeto hasta sistemas complejos como una urbe.

Como diseñadores puede ser importante visualizar el impacto que un elemento puede tener en un sistema complejo, de igual forma, al tratar de comprender sistemas complejos poder incidir en la solución de un problema desde el diseño a pequeña escala, en este último muchas veces esta la solución a un problema global.

A continuación se presentan algunos casos de propuestas de diseño con enfoque sustentable, en donde se exploran aspectos materiales y morfológicos de manera análoga y digital mediante la exploración de materiales que responden a estímulos del entorno.

r e f e r e n c i a s

w e l l . p r o v e n . c h a i r

James Shaw , Marjan Aubel

practica | sustentabilidad, diseño y tecnología

Objetivo: reutilizar los desechos de madera que se generan a partir de procesos industriales. En el proceso de diseño y fabricación de la silla WELL se experimenta con los desechos de madera de procesos industriales que al mezclar con bio-resina genera una reacción química que hace que el material se expanda al doble de su volumen inicial.



Fig. 22 Sillas generadas a partir del desecho de madera y la bio-resina.



Fig. 23 Madera con bio-resina

m a r j a n . a u b e l

w e l l . p r o v e n . c h a i r



Fig. 24, 25, 26, 27, 28, 29 Proceso de fabricación de la silla well

r e f e r e n c i a s

c u r r e n t . w i n d o w

Marjan Van Aubel, diseño solar.

práctica | sustentabilidad, diseño y tecnología, trabaja en colaboración con ingenieros, científicos e instituciones que promueven la eficiencia energética.

Objetivo: captar energía solar y generar electricidad.



Fig. 30 Imagen. Current window

La ventana está hecha a base de paneles de cristales hechos con células solares con tinte sensibilizado. Esto permite captar la energía solar y convertirla posteriormente en electricidad. La cantidad de energía generada por esta ventana depende del área de la superficie.



Fig. 31, 32, 33 Current Window

r e f e r e n c i a s

m o s s . r e g i m e s

Dana Cupkova

practica | arquitectura, sustentabilidad, diseño y tecnología.

Objetivo: generar superficies para fachadas térmicas con musgo

En este proyecto se experimenta con geometrias ceramicas en donde se induce el crecimiento del musgo como regulador termico en entornos construidos.

Este es un proyecto que experimenta con la fusión entre entornos naturales y construidos. Se explora con la fabricación de prototipos que forman un sistema para fachadas que funcionan como el tronco de un árbol como un elemento vivo que respira y se autorregula. (Acadia, 2018)

Variables de experimentación

- * porosidad
- * superficie geométrica
- * termorregulación
- * musgo



Fig. 34 Render de geometría cerámica con variaciones de poros donde se espera el crecimiento de musgo.



Fig. 35 Render de crecimiento de musgo en superficie cerámica.

Utilizando materiales artificiales, modificaciones morfológicas y materia orgánica, el enfoque de este proyecto es integrar biomasa en los entornos arquitectónicos.

Este experimento se centra en la relación de la geometría de la cerámica y el control de la porosidad de la superficie para permitir el crecimiento del musgo sin que este llegue a penetrar demasiado y enraizar, y donde por otro lado la hidratación suceda de manera natural a lo largo del tiempo. (Acadia, 2018)



Fig. 36 Render de crecimiento de musgo en superficie



Fig. 37 Crecimiento de musgo en superficie cerámica



Fig. 38 Crecimiento de musgo en superficie cerámica

r e f e r e n c i a s

r e s p o n s i v e . s u r f a c e . s t r u c t u r e

Steffen Reichert

practica | arquitectura, sustentabilidad, diseño y tecnología.

Objetivo: inducir cambios en una superficie mediante la humedad relativa en el ambiente

En este proyecto se explora la posibilidad de modificar una superficie de madera, haciendo que esta responda a cambios en la humedad relativa del ambiente. Se propone una superficie estructural que reacciona a dichos cambios sin necesidad de implementar dispositivos mecánicos.

Department of Form Generation and Materialisation

Steffen Reichert, HfG Offenbach University of Art and Design, Germany, 2006-07

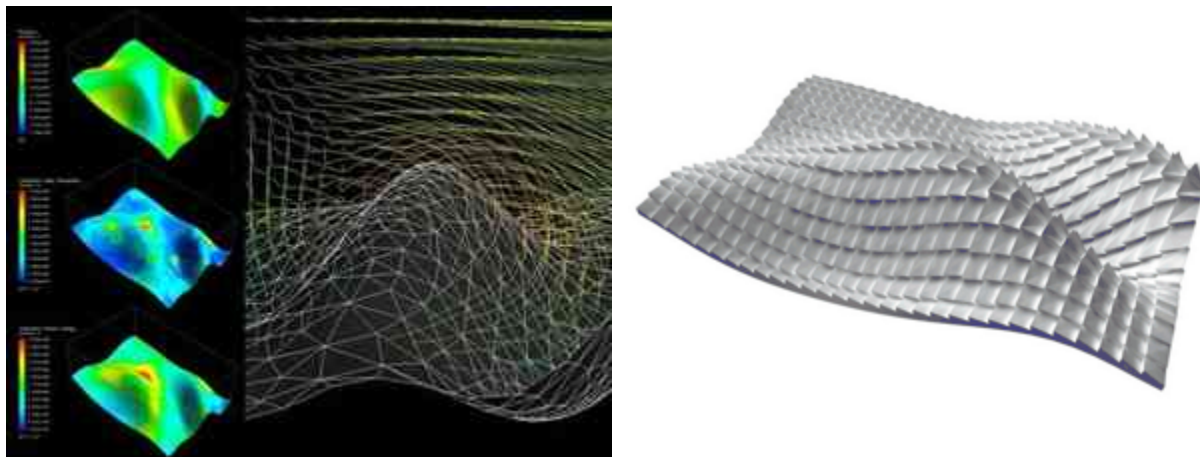


Fig. 40 Diseño digital de superficie responsiva, Steffen Reichert, HfG Offenbach, 2006-07

s t e f f e n . r e i c h e r t

r e s p o n s i v e . s u r f a c e . s t r u c t u r e



Fig. 41 Superficie Responsiva

r e f e r e n c i a s

r e s p o n s i v e . s u r f a c e . s t r u c t u r e

En los proyectos anteriores se observa que cada uno está desarrollado a partir de identificar un problema, en donde las variables que lo componen terminan siendo las mismas que lo resuelven de algún modo. La exploración a partir de materiales que responden a condiciones ambientales, así como las formas exploradas a partir de esto, resultan en un proceso, que si bien no resuelven del todo el problema inicialmente planteado, propone una manera relevante de responder al entorno dinámico a partir de procesos creativos.

Resulta indispensable para estos proyectos comprender como evoluciona el espacio que habitamos, identificando variables que son responsables del dinamismo de un ecosistema, para a partir de esto, conjugar los elementos materiales artificiales y naturales que respondan al entorno cambiante.

Del entendimiento del entorno se pueden generar soluciones o propuestas innovadoras a partir de un proceso creativo de diseño.



Fig. 42 Acercamiento al material de madera con bio resina,
expansivo, de la silla Well, Marjan Aubel, 2013

C A P Í T U L O | T R E S

[a n á l i s i s d e l e n t o r n o]

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, la isla de calor urbana es un fenómeno global, para poder realizar una propuesta para el diseño de superficies es necesario analizar un entorno en específico, las condiciones generales de entorno, en este caso de la ciudad de Morelia, como aspectos sociales y económicos, entre otros, son importantes, pero para el análisis específico de isla de calor es necesario realizar un detallado estudio de las condiciones climáticas y ambientales de la ciudad, ya que esto incidirá directamente en el desarrollo del prototipo de diseño para la superficie.

Otro aspecto importante a considerar es el mapeo de superficies artificiales y naturales dentro de la ciudad, ya que están influyen directamente en la modificación de la temperatura superficial.

En los siguientes mapas se visualizan algunas de las superficies naturales y artificiales de la ciudad de Morelia. El identificar estas superficies es de relevancia para el presente tema de investigación, ya que la modificación de las capas naturales con el proceso de urbanización genera la elevación de la temperatura en las ciudades, sobretodo en áreas asfaltadas. Se identifican plazas y ejes viales como superficies artificiales, áreas verdes y camellones como superficies naturales permeables.

Se puede observar la relación entre el espacio construido y las zonas de respeto vegetal que se planea en la ciudad de Morelia, siendo el porcentaje del espacio construido y las superficies artificiales mucho mayor al de las superficies vegetales.

Parques y áreas verdes representativas
de la ciudad de Morelia

- Áreas Verdes y Camellones Morelia
- Morelia

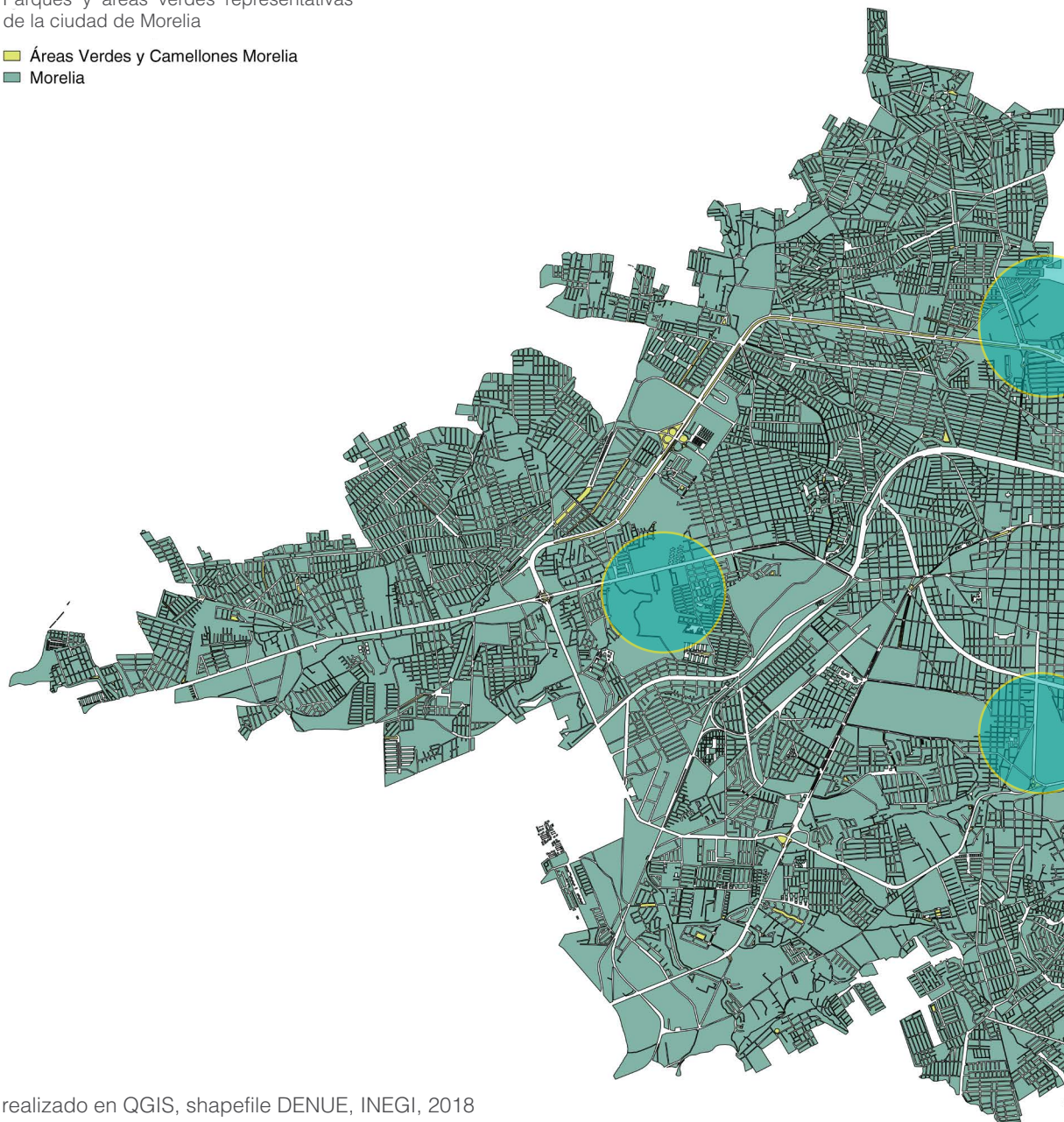
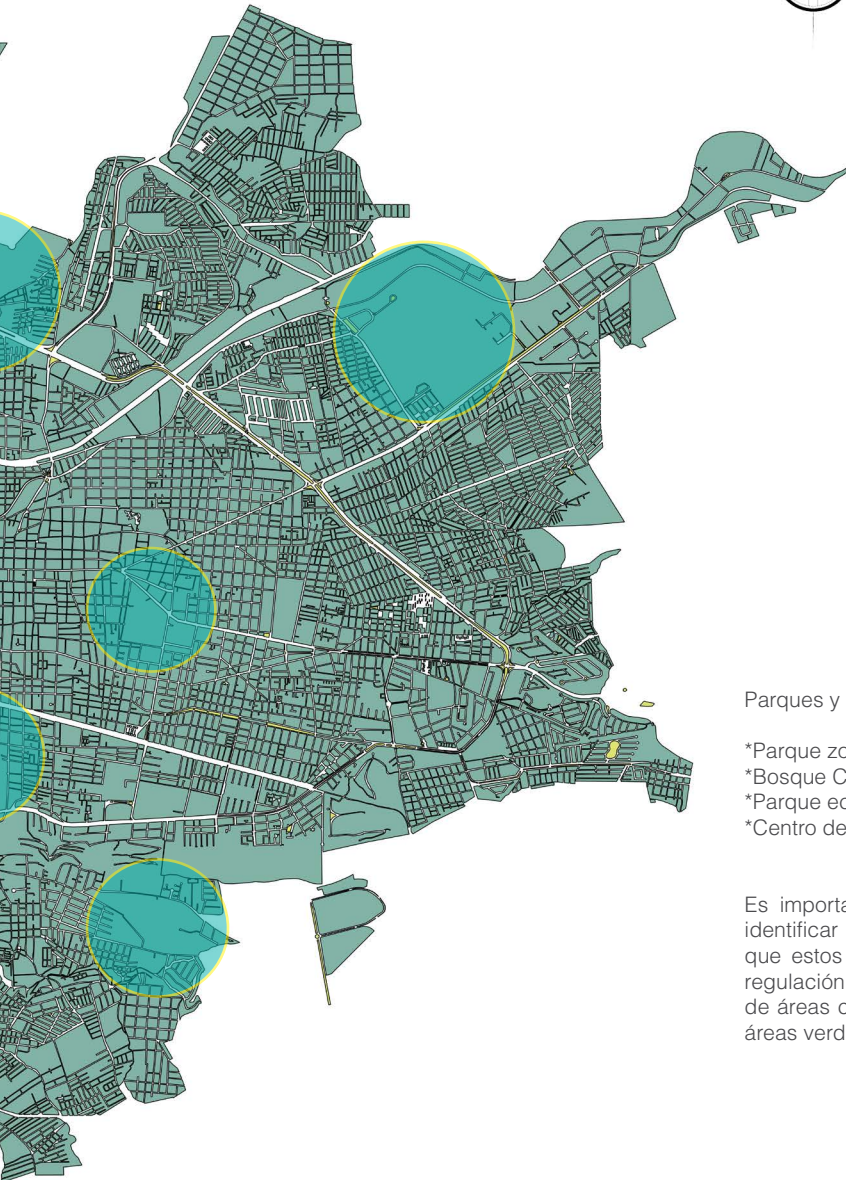


Fig. 43 Mapa realizado en QGIS, shapefile DENUE, INEGI, 2018



Parques y áreas verdes de la ciudad de Morelia

- *Parque zoológico
- *Bosque Cuauhtemoc
- *Parque ecológico industrial
- *Centro de convenciones

Es importante para el análisis de las islas de calor urbanas identificar los parques de los que esta provista una ciudad, ya que estos contribuyen de manera positiva a la disminución o regulación de la temperatura ambiental, así como a la superficial de áreas cercanas. Se observa la relación entre la cantidad de áreas verdes y las superficies artificiales.



Plazas y Vialidades Morelia

- Plazas Morelia
- Ejes Viales Morelia
- Morelia

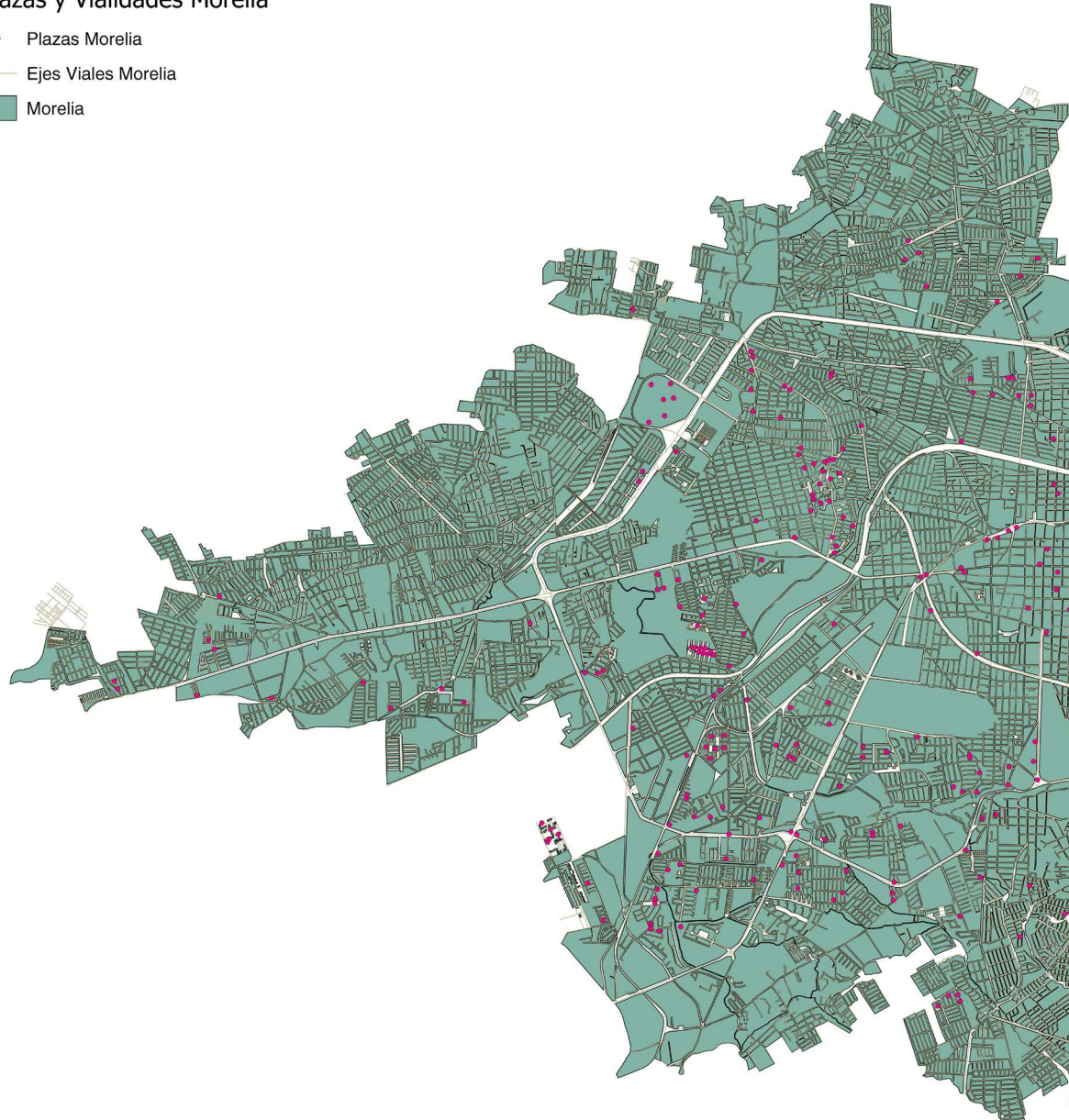
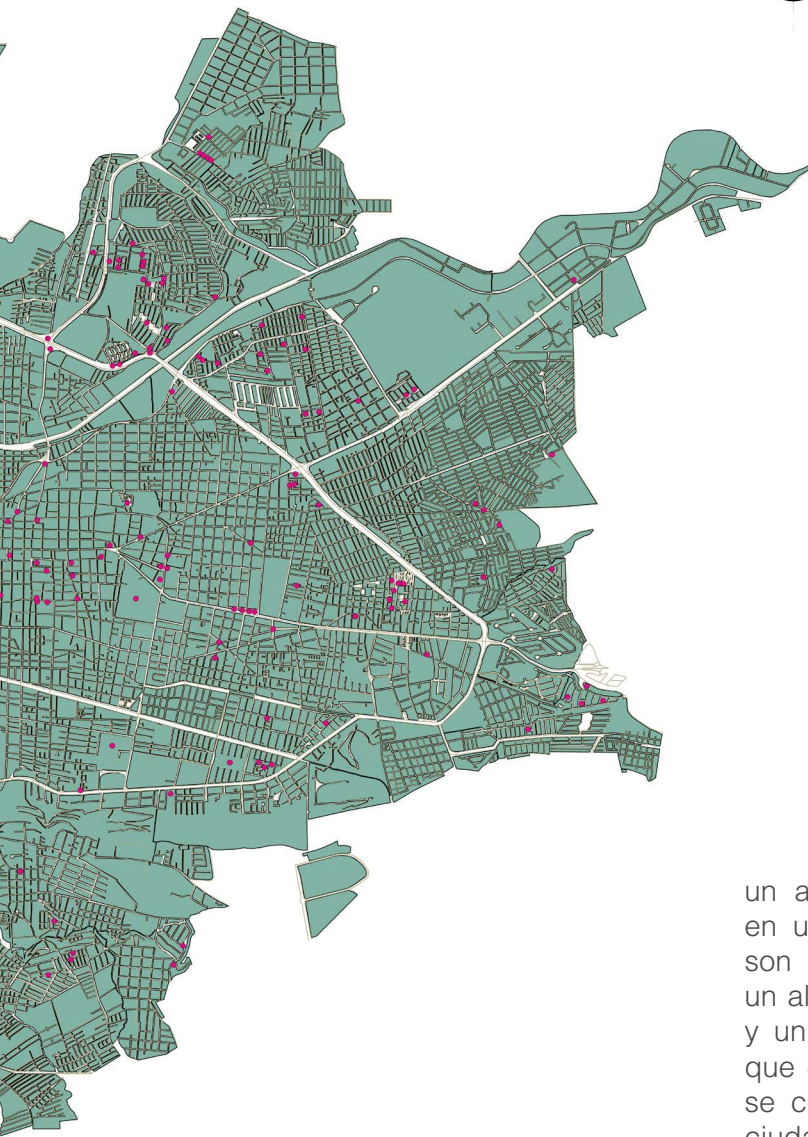


Fig. 44 Mapa realizado en QGIS, shapefile DENUE, INEGI, 2018



Las plazas y vialidades representan un alto porcentaje de superficies artificiales en una ciudad. Generalmente las vialidades son pavimentadas con asfalto, el cual tiene un alto índice de absorción de radiación solar y un bajo porcentaje de reflectividad, por lo que es importante identificar zonas en donde se concentran este tipo de materiales en la ciudad.



[a n á l i s i s . c l i m á t i c o]

Este apartado se enfoca al análisis climático de la ciudad de Morelia, con la finalidad de obtener los datos necesarios para determinar aspectos como, la mejor orientación, zonas de confort a lo largo del año, cantidad de incidencia solar, vientos y nubosidad, los cuales son aspectos para determinar el confort térmico de un espacio. Esta información es útil al momento de analizar el prototipo diseñado ya aplicado como superficie en un entorno específico. Es importante conocer sobre todo la incidencia solar del lugar ya que esto puede determinar algunos aspectos morfológicos del diseño, así como las características materiales de una superficie.

La ciudad de Morelia se encuentra en una latitud (°N) 19.7° y una longitud (°E) -101.183°. Su clima es en general templado con humedad media. Esta clasificación es de acuerdo a condiciones generales de temperatura atmosférica, las islas de calor atmosféricas que se presentan pueden representar una elevación en la temperatura promedio de hasta 3° C, y de más de 5° C de diferencia en islas superficiales

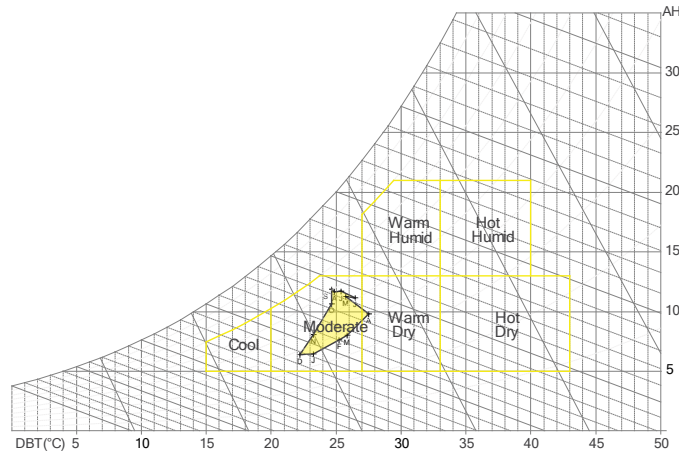


Fig. 45 Gráfica de clasificación de clima, muestra muestra que Morelia se tiene una clasificación de clima templado. *Weather Tool Ecotect Analysis*

m e j o r . o r i e n t a c i ó n

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

La mejor orientación que se puede tener en un sitio en específico también influirá en el diseño de una superficie, ya que lo que se busca es que esta pueda responder precisamente a los cambios del entorno, por lo que la orientación de una superficie es determinante para conocer la cantidad de radiación solar que puede estar recibiendo a lo largo del día durante todo el año. En el caso de la ciudad de Morelia, se puede observar en la gráfica que la mejor orientación está marcada hacia el suroeste a 185°. Este análisis se realiza en base a los meses más calurosos (abril, mayo y junio) y a los meses más fríos (noviembre, diciembre y enero).

Orientación Óptima

Location: GBS_06M12_15_127117.csv,
Orientation based on average daily incident
radiation on a vertical surface.
Compromise: 185.0°
© Weather Tool

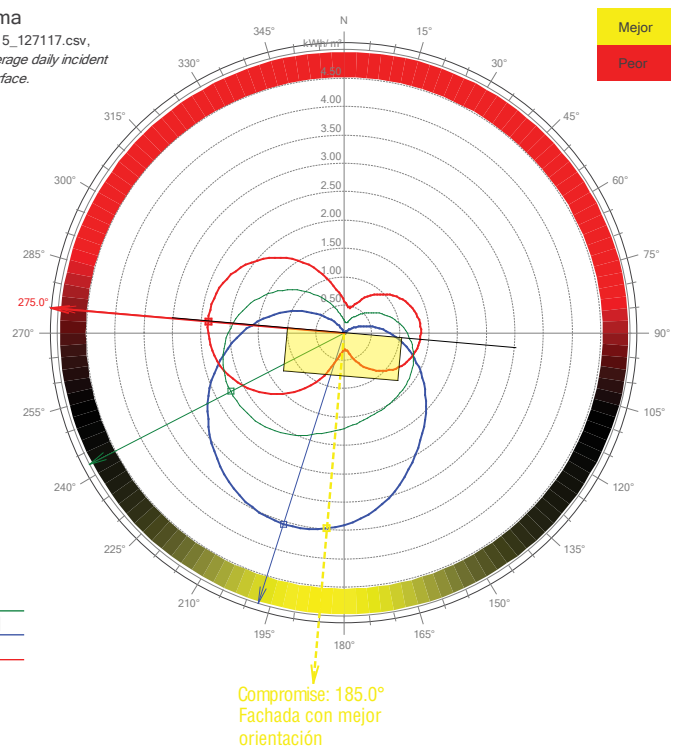


Fig. 46 La gráfica muestra la mejor orientación de la ciudad de Morelia, *Weather Tool Ecotect Analysis*

Las siguientes gráficas generadas en Weather Tool de Ecotect, cartas psicrométricas, muestran las condiciones de temperatura, humedad relativa, humedad específica y algunas estrategias que se consideran para el diseño de espacios confortables.

En la carta psicrométrica se observa el rango donde pueden ubicarse las zonas de confort, señalada con diferentes tonos de azul, estas se ubican de acuerdo a la intensidad de la actividad que esté realizando un apersona. En esta gráfica podemos observar tres, una zona de confort con las condiciones adecuadas para realizar actividades de intensidad baja, otra para actividades de intensidad media, y la última para actividades de intensidad alta. (Fig. 47). El identificar estas zonas nos es útil para poder, en base a las condiciones que se señalan, temperatura y humedad, determinar si el espacio analizado o diseñado cuenta con las condiciones de confort térmico adecuado de acuerdo a su tipología y/o actividades que se realizarán en él.

Según el indicador de habitabilidad térmica para espacios urbanos, para medir el confort, además de considerar las variables analizadas en la carta psicrométrica, se deben medir otras variables como, el microclima, la configuración urbana y la calidad de materiales que caracterizan estos espacios.

El potencial de la habitabilidad térmica debe permitir la estancia en espacios exteriores en por lo menos el 50% de las horas útiles del día y garantizar por lo menos tres horas al día en condiciones de confort. (Atlas de indicadores de desarrollo urbano, 2010)

Carta psicrométrica¹ El diagrama bioclimático de Olgyay. Los hermanos Olgyay desarrollaron su carta bioclimática (The bioclimatic chart) en la que se integran las dos variables fundamentales para el bienestar como es la temperatura y humedad, y se añaden otras como la radiación, la velocidad del viento y la evaporación como medidas correctoras.

Una zona de confort para una persona en reposo y a la sombra. Está delimitada por la temperatura del aire, que aparece en ordenadas y la humedad relativa del aire en %, en abscisas. (Landsberg, H., 1972)

Carta Psicrométrica

Location: GBS_06M12_15_127117.csv,
Frequency: 1st January to 31st December
Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

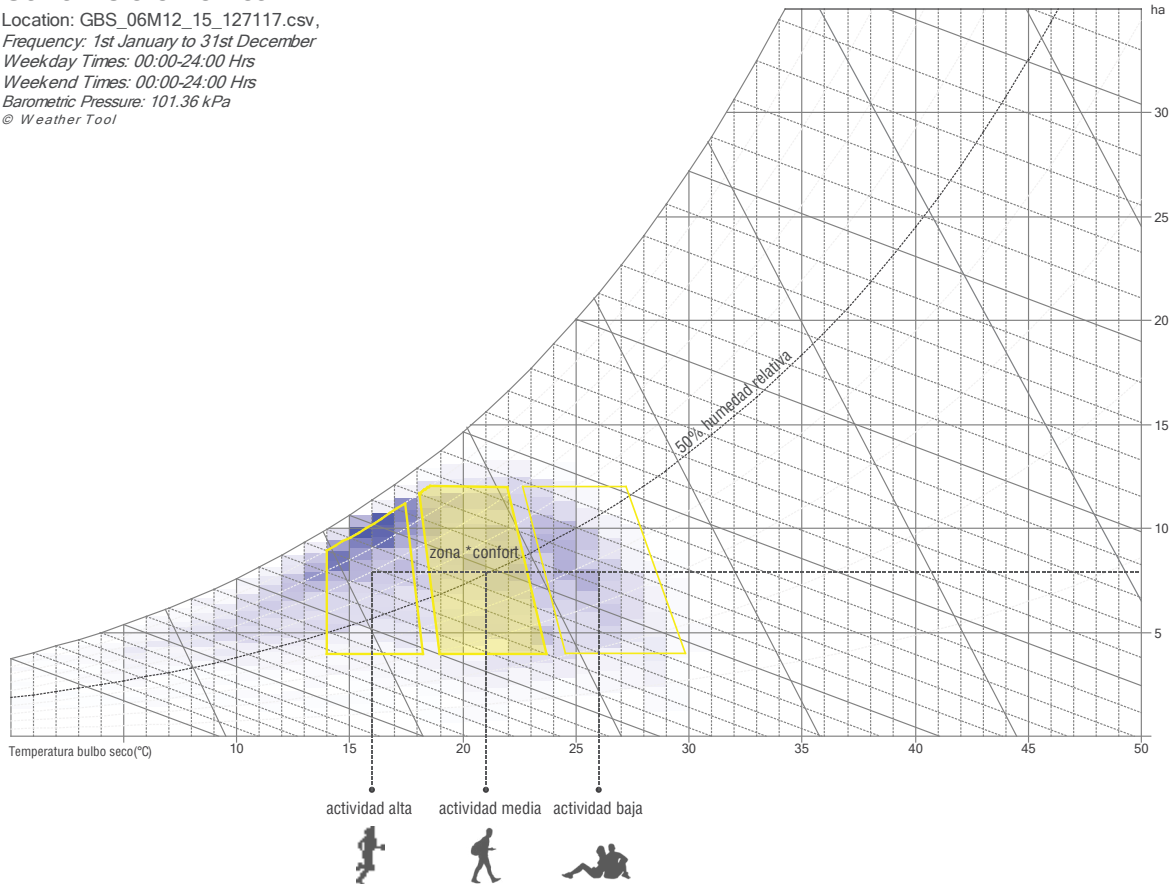


Fig. 47 Carta psicrométrica, zona de confort. *Weather Tool Ecotect Analysis*

Carta Psicrométrica

Location: GBS_06M12_15_127117.csv,
Data Points: 1st January to 31st December
Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

SELECTED DESIGN TECHNIQUES:

1. calentamiento solar pasivo
2. efecto de masa térmica
3. ventilación natural
4. enfriamiento por evaporación directa
5. enfriamiento por evaporación indirecta

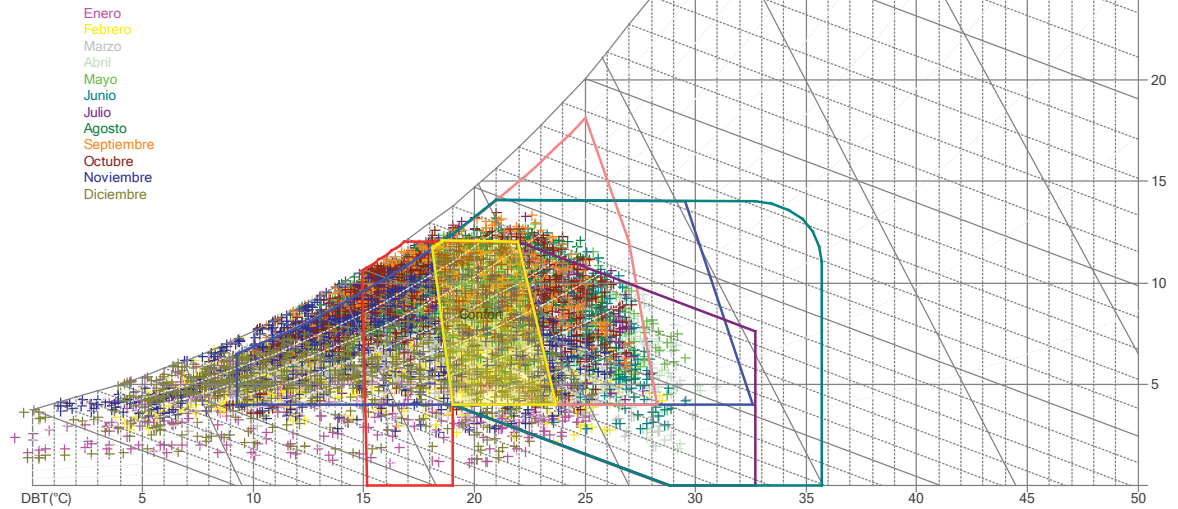


Fig. 48 La siguiente carta psicrométrica traza una zona de confort higrotermico para invierno y verano. *Weather Tool Ecotect Analysis*

El confort térmico es variable, por lo tanto resulta un poco difícil determinar las condiciones adecuadas para cada individuo. Sin embargo, es posible sugerir rangos de temperaturas adecuadas para el promedio de las personas. Este rango se determina entre los 20°C y 27°C en condiciones promedio, con una humedad relativa optima en un rango entre el 35% al 60%. (Fanger, 1982; Déoux, 2004; Nikolopoulou, 2004). Esto es importante considerar para determinar la intensidad de una isla de calor superficial.

La siguiente carta psicrométrica traza una zona de confort higrotermico para invierno y verano. Luego propone otras zonas donde es posible alcanzar el confort mediante la incorporación y/o aplicación de estrategias de diseño pasivo. En este caso podemos observar que los meses en donde se tiene mayor confort térmico es de septiembre a febrero, siendo de Marzo a Julio los meses en los que se ve afectado el confort térmico del área de estudio. (Fig. 48)

La cantidad de viento en una región depende en gran parte de la topografía local. La gráfica muestra el comportamiento de las frecuencias de viento observadas a lo largo de un año de estudio para la ciudad de Morelia, esta indica que la dirección de los vientos varía a lo largo del año. Se presentan vientos dominantes de hasta 50km/hr los cuales provienen del noreste (45°) y hasta 45km/hr del sur. Se puede observar que aunque los vientos del norte son más fuertes, los vientos del sur prevalecen. Los vientos dominantes es un factor importante a considerar en el diseño, ya que estos pueden mejorar las condiciones térmicas de un espacio. (Fig. 49)

La isla de calor puede ser más evidente cuando hay poco viento por lo que es importante identificar las condiciones frecuentes de viento en el sitio de estudio ya que esto podrá influir en la temperatura que se registre en una superficie.

Vientos Dominantes

Wind Frequency (Hrs)

Location: GBS_06M12_15_127117.csv, (19.7°, -101.1°)

Date: 1st January - 31st December

Time: 00:00 - 24:00

© Weather Tool

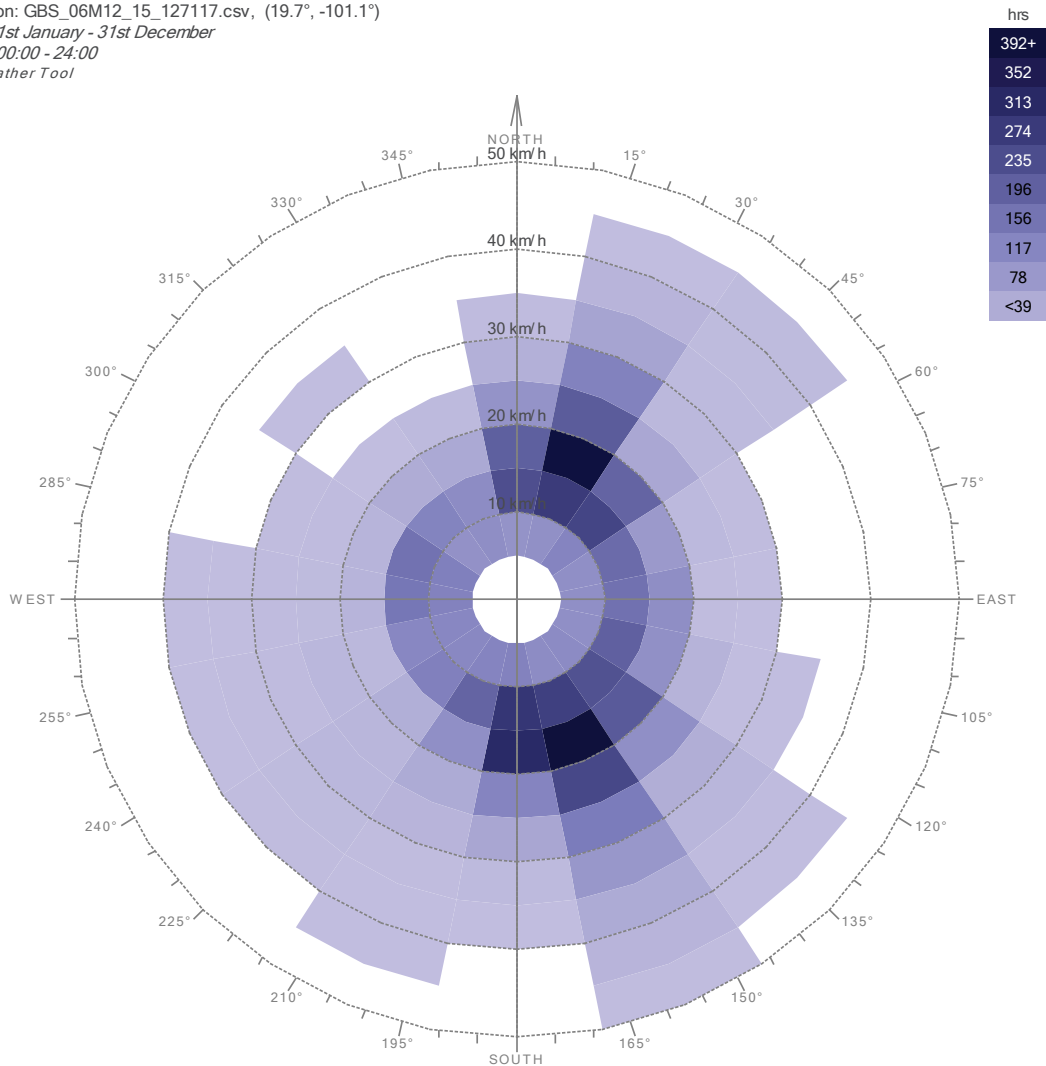
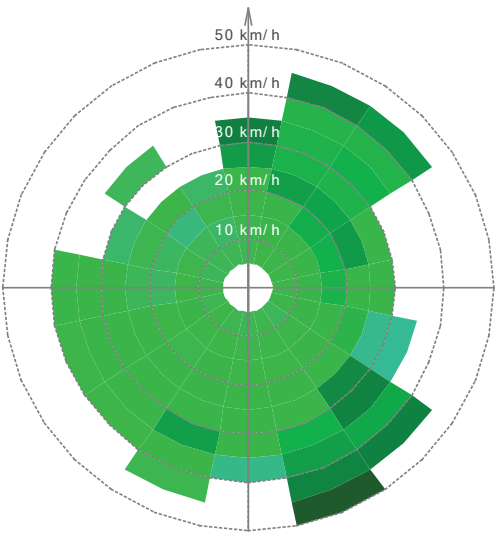


Fig. 49 Gráfica de vientos dominantes de la ciudad de Morelia, *Weather Tool Ecotect Analysis*

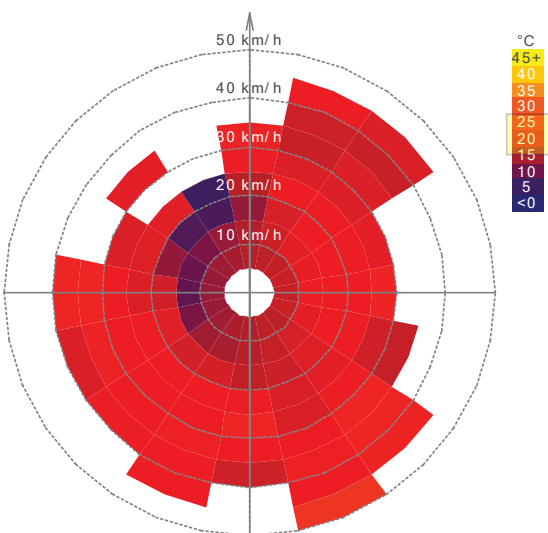
En la siguiente gráfica podemos observar que la humedad relativa promedio es del 45% - 55% lo cual esta dentro de los parametros de confort térmico. En cuanto a la temperatura promedio del viento, esta oscila entre los 18°C y 25°C, variando de acuerdo a la orientación.

Vientos Dominantes

Wind Frequency (Hrs)
Location: GBS_06M12_15_127117.csv, (19.7°, -101.1°)
Date: 1st January - 31st December
Time: 00:00 - 24:00
© Weather Tool



Humedad Relativa Promedio



Temperatura Promedio del Viento

Fig. 50 Gráfica de humedad relativa y temperatura promedio del viento en la ciudad de Morelia. Ecotec Weather Analysis.

La gráfica muestra los meses más calurosos (abril, mayo y junio) y los meses más fríos (noviembre, diciembre y enero) del año. La incidencia solar calculada en la gráfica es en relación a una orientación de -175.0° , en donde se observa que los meses más fríos reciben mayor incidencia que los meses más calurosos. La aplicación de un prototipo térmico en una fachada se debe realizar en la cual la incidencia solar sea mayor durante los meses calurosos.

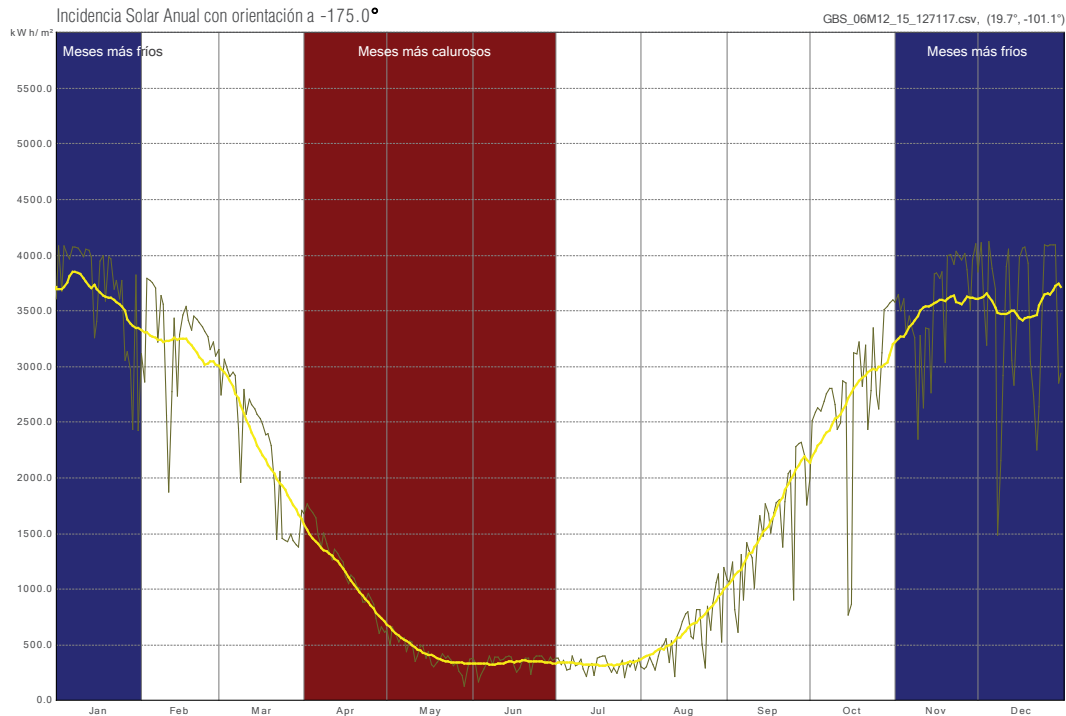


Fig. 51 Temperatura promedio semanal. *Weather Tool Ecotect Analysis*

Se puede observar en la siguiente gráfica que las horas en las que una superficies recibe mayor cantidad de radiación solar es de las 11:00-16:00 hrs. Este factor es importante considerar en relación al fenomeno de la isla de calor, ya que este precisamente se genera al elevarse la temperatura superficial.

Radiación Solar Directa (Resumen Semanal)

Direct Solar Radiation (W/m²)
Location: GBS_06M12_15_127117.csv, (19.7°, -101.1°)
© Weather Tool

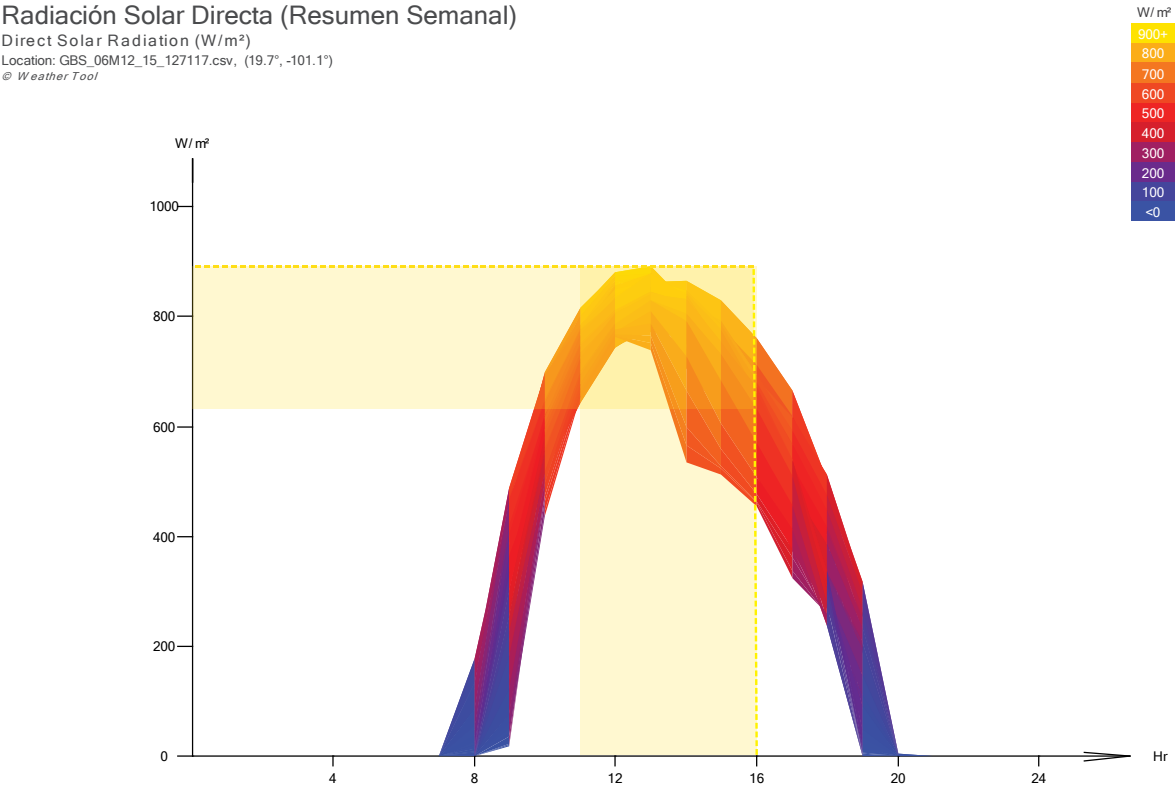


Fig. 52 La gráfica muestra la mejor orientación de la ciudad de Morelia, Weather Tool Ecotect Analysis

En la siguiente gráfica se observa que las horas en las que una superficies recibe mayor cantidad de radiación solar es de las 11:00-16:00 hrs. Este factor es importante considerar en relación al fenómeno de la isla de calor, ya que este precisamente se genera al elevarse la temperatura superficial.

Temperatura Máxima (resumen semanal)

Maximum Temperature (°C)

Location: GBS_06M12_15_127117.csv, (19.7°, -101.1°)

© Weather Tool

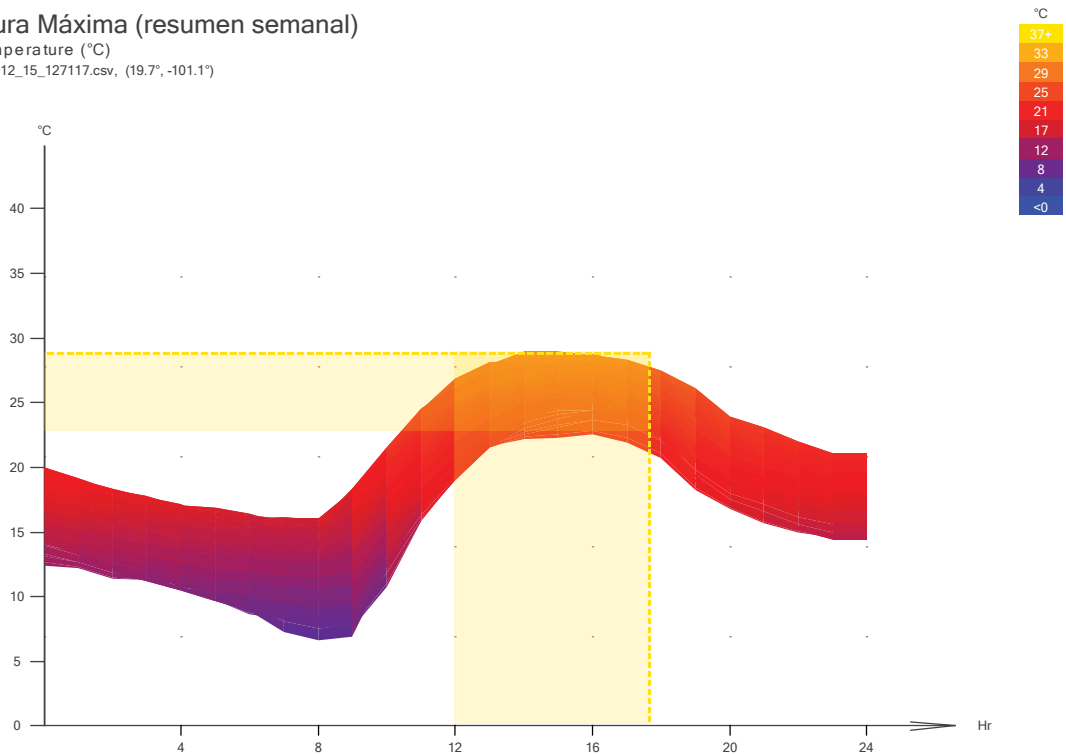


Fig. 53 La gráfica muestra la mejor orientación de la ciudad de Morelia, *Weather Tool Ecotect Analysis*

Se pueden observar en la gráfica que la humedad responde las horas de incidencia solar, en la mañana y en la noche es cuando existe un mayor porcentaje de humedad, y en las horas de mayor incidencia solar la humedad disminuye hasta llegar a un 20%, siendo este valor el mínimo promedio de que se alcanza en la ciudad de Morelia.

Humedad relativa (resumen semanal)

Relative Humidity (%)
Location: GBS_06M12_15_127117.csv, (19.7°, -101.1°)
© Weather Tool

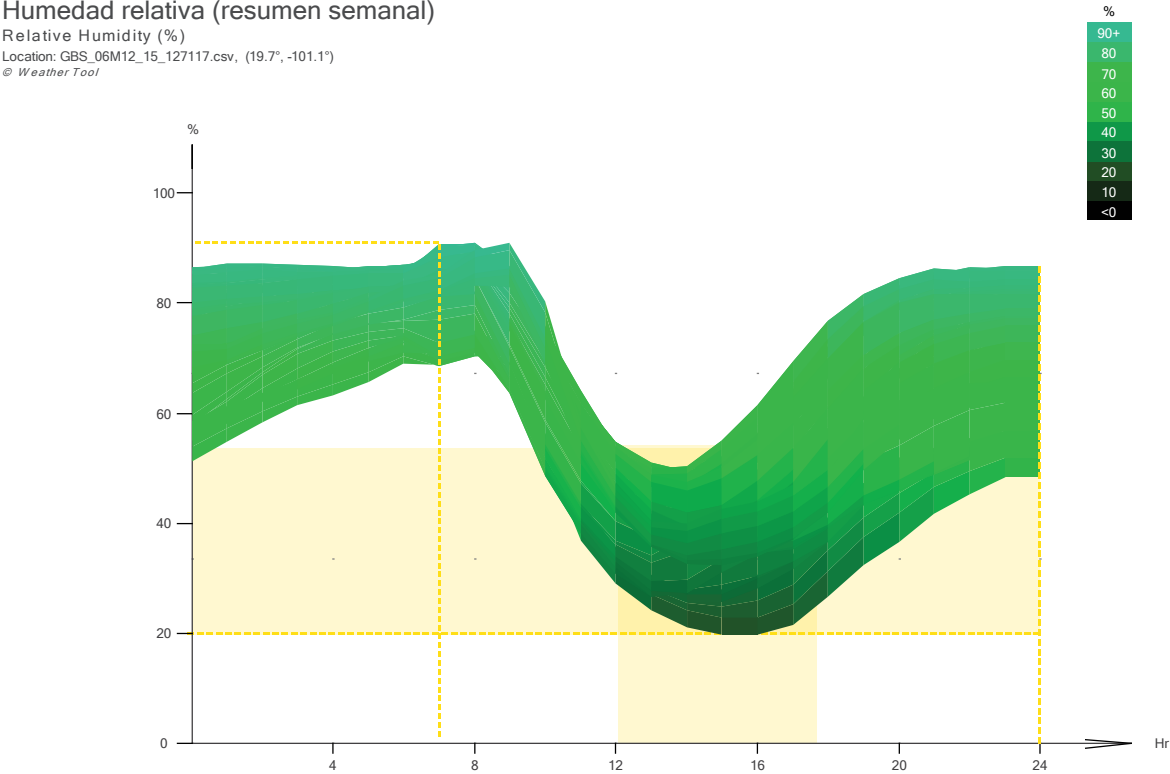


Fig. 54 La gráfica muestra el porcentaje de humedad relativa a lo largo del día, *Weather Tool Ecotect Analysis*

Como se puede observar a partir del análisis climático realizado para la ciudad de Morelia, esta cuenta con condiciones muy favorables para el confort térmico de una persona, lo cual permite que esta desarrolle sus actividades al interior y exterior de un espacio, la mayoría de los días del año, sin necesidad de recurrir a técnicas activas de diseño para regular la temperatura.

Sin embargo, estas son condiciones climáticas atmosféricas, lo que significa que aun que son adecuadas para el confort, no determinan la existencia de la isla de calor, pero si incide sobre ella, por lo cual se ha realizado el análisis anterior, con la finalidad de identificar las variables que pueden representar un impacto sobre la elevación de temperatura en las superficies.

Se observa también que los meses más calurosos del año son abril, mayo y junio, y que las horas de mayor incidencia solar son de las 12:00*16:00 hrs aproximadamente, por lo que se debe poner en consideración este periodo para realizar el monitoreo de la elevación de temperatura superficial en la ciudad.

CAPÍTULO | CUATRO

El proceso de diseño que se utiliza para este proyecto está basado en una metodología de design thinking y un proceso experimental.

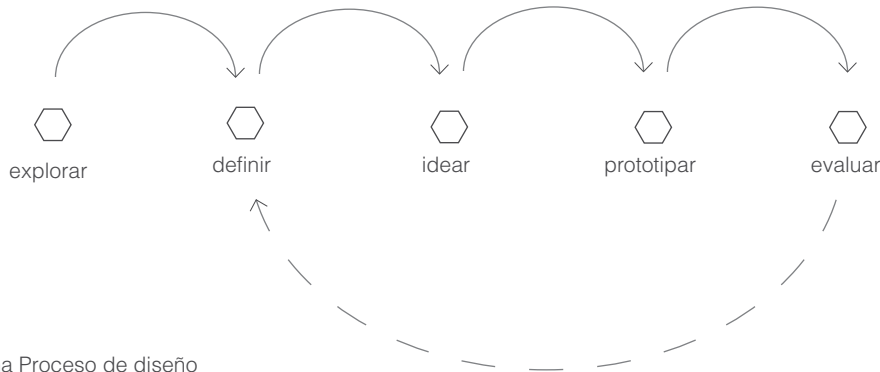


Fig. 55 Diagrama Proceso de diseño

Esto implica solucionar un problema a partir de la ideación, exploración y la propuesta de un prototipo, que posteriormente se someterá a prueba. A partir de esto generar un conocimiento, el cual será aplicado o considerado para la próxima iteración en el proceso de diseño. El proceso experimental está basado en iteración, aleatoriedad y variables, como medio de innovación en procesos creativos para resolver problemas, donde la modificación de alguna de las variables generará un resultado diferente, por lo cual el resultado será relevante a partir de este proceso.

Como se ha planteado en el documento, este proyecto parte desde el análisis de un problema global, como lo es la elevación de temperatura en las ciudades por el fenómeno de la isla de calor urbano. Lo cual como se ha mencionado en el documento se debe al cambio de superficies naturales por artificiales. Habiendo identificado este como una de las principales causas de dicha elevación de temperatura superficial, se propone la exploración de prototipos de superficies sensibles al entorno, por medio de la exploración física y virtual.

proceso . experimental

surface . design . u h i

Para iniciar la exploración se proponen las siguientes condiciones o reglas basadas en aspectos aleatorios (intuitivos) por experiencias y análisis teórico.

La cantidad de transferencia de calor o energía de un elemento depende de sus propiedades, las características de su superficie, el color, y el material con el que está compuesto, todo esto influye en su capacidad térmica. (M. Santamouris, 2013,

Se propone la exploración del concreto ya que es uno de los principales materiales utilizados en las ciudades en la actualidad y el cual cuenta con las posibilidades materiales para generar un cambio en las superficies. A pesar de haberse empleado desde hace varios siglos, en la contemporaneidad continúa siendo un material cuya exploración expone múltiples áreas de oportunidad, donde se generan nuevas posibilidades de diseño.

Se modificaran las condiciones iniciales del material mediante la exploración con pigmentos pigmentos naturales, pigmentos termocrómicos, así como con fibras naturales para intentar modificar su capacidad térmica, se espera en algún punto poder modificar las condiciones de un elemento artificial a uno con posibilidades de cambios y respuestas al entorno.

Condiciones

- * Concreto
- * Térmico
- * Sensible al entorno

Variables

- * Materiales
- * Color
- * Forma

e x p e r i m e n t o . p i l o t o

o b j e t i v o s

Objetivo del experimento

- Identificar la capacidad térmica de un prototipo a partir de la exploración material con concreto, pigmentos naturales de tres colores diferentes, a partir de una forma geométrica básica, con la cual se pueda generar una superficie.

Objetivos particulares

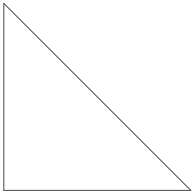
- Fabricar tres prototipos, con pigmento amarillo, rojo y azul.
- Medir las condiciones térmicas superficiales iniciales de cada prototipo.
- Medir las condiciones térmicas superficiales de cada prototipo después de haber sido expuesto a la radiación solar.
- Identificar las variaciones térmicas superficiales de cada prototipo de acuerdo a su variación crómica.

A partir de registros y análisis teóricos se puede inferir que el color mas eficiente para una superficie es un color claro, por lo que se espera que el color amarillo es que resultara con mejores resultados térmicos.

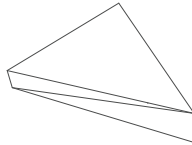
experimento.piloto

1 r a . d e f i n i c i ó n . m o r f o l ó g i c a

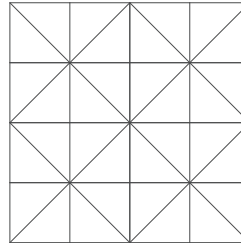
En este primer experimento los resultados que se buscan están enfocados a la capacidad térmica del prototipo por sus cualidades materiales, por lo que se define una forma geométrica simple, la cual, en base a resultados se podrá complejizar para futuros experimentos.



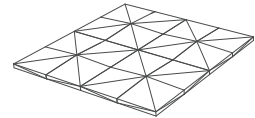
vista superior



perspectiva



vista superior



perspectiva



vista lateral



vista frontal



vista lateral

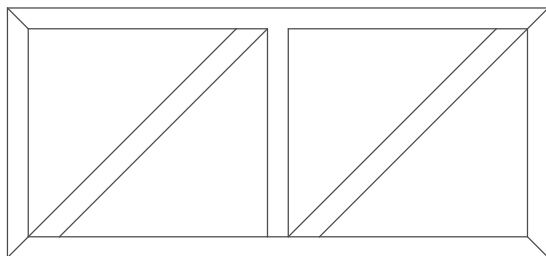


vista frontal

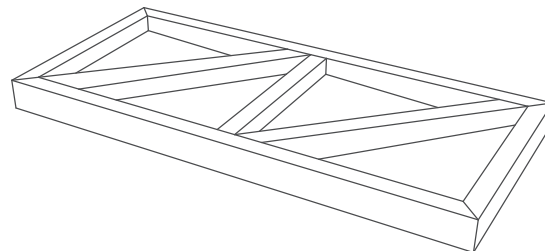
experimento.piloto

f a b r i c a c i ó n . m o l d e

Diseño y fabricación de molde de poliestireno para la fabricación de los prototipo de concreto.



vista superior



perspectiva



vista lateral



vista frontal



Fig. 55a Proceso de fabricación molde de poliestireno

Para la fabricación de los primeros prototipos, en el experimento piloto se realizará una mezcla homogénea utilizando los agregados convencionales para el concreto, a esta mezcla se le agregará un pigmento de color, los colores que se utilizarán serán, azul, amarillo y rojo. La mezcla se colocará en un molde con la condición morfológica definida como una geometría básica.

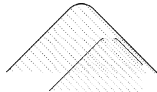
Materiales prototipo a1



cemento



agua



arena



pigmento amarillo

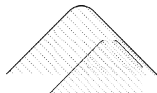
Materiales prototipo a2



cemento



agua

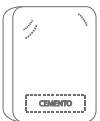


arena



pigmento rojo

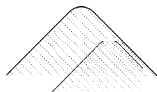
Materiales prototipo a3



cemento



agua



arena

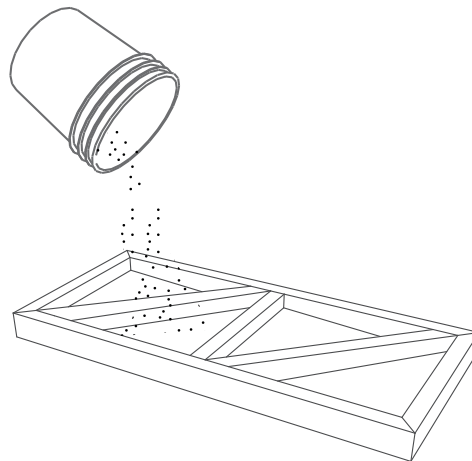


pigmento azul

e x p e r i m e n t o . p i l o t o

f a b r i c a c i ó n . p r o t o t i p o s

Una vez fabricada la mezcla se vierte en el molde, se espera por 24 hrs para desmoldar.



96 | UHI



Fig. 56 Pigmento y agregados



Fig. 57 Agregados



Fig. 58 Prototipo Azul

Calibrar termómetro de infrarrojo

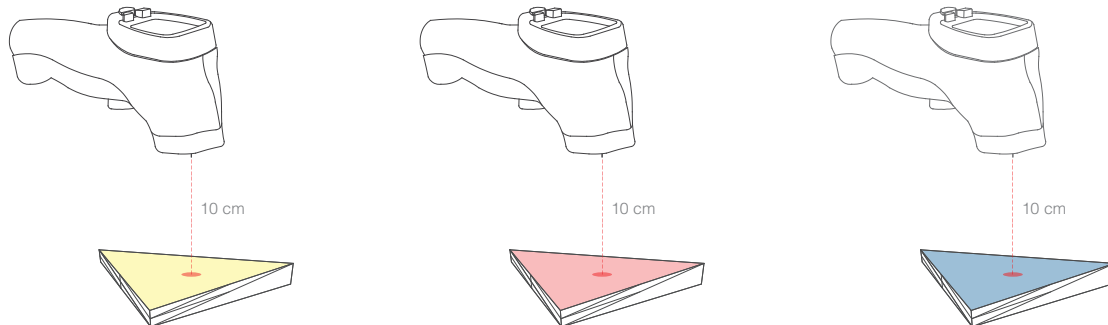
Colocar los tres prototipos fabricados sobre una superficie de poliestireno a la sombra.

Medir temperatura superficial de cada prototipo con termómetro manual de infrarrojo (IRT), colocado apuntando hacia el piso a 10cm de distancia de cada prototipo.

Colocar los tres prototipos fabricados sobre una superficie de poliestireno expuestos a la radiación solar por una hora.

Hora de exposición 15:10 - 14:10 (Mayo 29 2018)

Medir la temperatura superficial de cada prototipo fabricado con un termómetro manual de infrarrojos (IRT), colocado apuntando hacia el piso a 10cm de distancia de cada prototipo.



e x p e r i m e n t o . p i l o t o

r e s u l t a d o s

Después de haber medido la temperatura superficial de cada prototipo físico fabricado, siendo la única variable de fabricación diferente el color, se obtuvieron los siguientes resultados_

Temperatura superficial

27.1° C



Fig. 59 Superficie con prototipo amarillo

29.5° C



Fig. 60 Superficie con prototipo rojo

30.5° C



Fig. 61 Superficie con prototipo azul



Fig. 62 Superficie que responde a estímulos térmicos.

Si el entorno en el que insertamos elementos artificiales estáticos fuera también estático, podríamos elegir alguno de los prototipos explorados de acuerdo a la temperatura que se considere adecuada para un lugar un tiempo específico. Por el contrario, en un entorno cambiante, deberíamos tener prototipos de igual manera, cambiantes. La siguiente exploración en relación al color, deberá ser para generar un prototipo que responda a las variaciones ambientales de un entorno e incluso que pueda responder al calor antropogénico.

e x p e r i m e n t o . f i b r a s

r e s u l t a d o s

Objetivo del experimento

Identificar la capacidad térmica de un prototipo a partir de la exploración material con concreto y fibras naturales de coco, henequén y agave, a partir de una forma geométrica básica, con la cual se pueda generar una superficie.

Objetivos particulares

Fabricar tres prototipos, con una fibra distinta cada prototipo.

Medir las condiciones térmicas superficiales iniciales de cada prototipo.

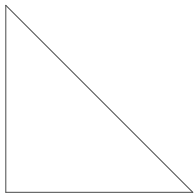
Medir las condiciones térmicas superficiales de cada prototipo después de haber sido expuesto a la radiación solar.

Identificar las variaciones térmicas superficiales de cada prototipo de acuerdo a su variación material.

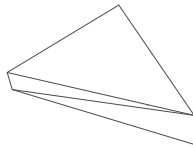
experimento.fibras

1 r a . d e f i n i c i ó n . m o r f o l ó g i c a

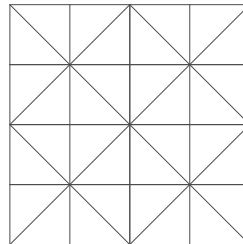
El experimento se lleva a cabo con las mismas condiciones morfológicas.



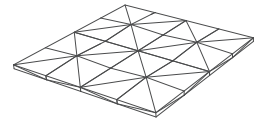
vista superior



perspectiva



vista superior



perspectiva



vista lateral



vista frontal



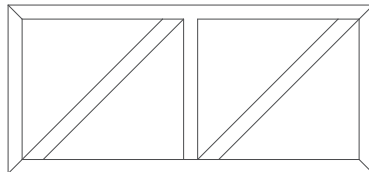
vista lateral



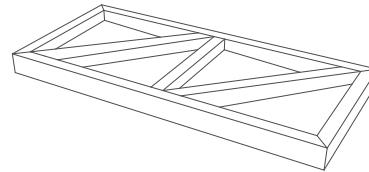
vista frontal

101
UHI

Molde de poliestireno



vista superior



perspectiva



vista lateral



vista frontal

e x p e r i m e n t o . f i b r a s

f a b r i c a c i ó n . p r o t o t i p o s

Para la fabricación de los primeros prototipos, en el experimento piloto se realiza una mezcla homogénea utilizando los agregados convencionales para el concreto, a esta mezcla se le agrega un pigmento de color, los colores que se utilizan son, azul, amarillo y rojo. La mezcla se coloca en un molde con la condición morfológica definida como una geometría básica.

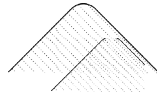
Materiales prototipo f1



cemento



agua



arena



fibra de coco

Materiales prototipo f2



cemento



agua



arena



fibra de enequen

Materiales prototipo f3



cemento



agua



arena



fibra de agave

e x p e r i m e n t o . f i b r a s

f a b r i c a c i ó n . p r o t o t i p o s



henequén



agave



coco y concreto

Fig. 63 Fibras vegetales utilizadas en el experimento, coco, henequén y agave.

experimento.piloto

p r o t o c o l o

Calibrar termómetro de infrarrojo

Colocar los tres prototipos fabricados sobre una superficie de poliestireno a la sombra.

Medir temperatura superficial de cada prototipo con termómetro manual de infrarrojo (IRT), colocado apuntando hacia el piso a 10cm de distancia de cada prototipo.

Colocar los tres prototipos fabricados sobre una superficie de poliestireno expuestos a la radiación solar por una hora.

Hora de exposición 11:00 - 12:00 horas (11 de febrero 2019)

Medir la temperatura superficial de cada prototipo fabricado con un termómetro manual de infrarrojos (IRT), colocado apuntando hacia el piso a 10cm de distancia de cada prototipo.

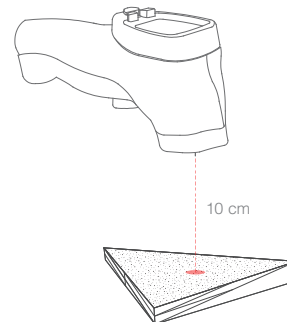
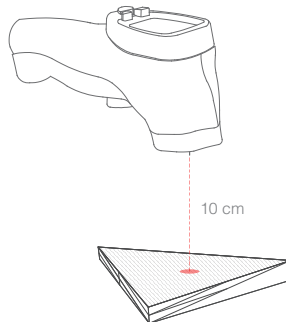
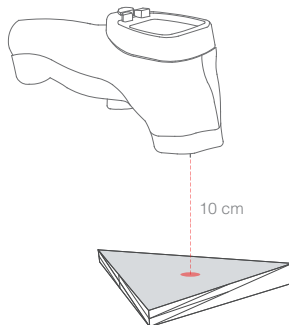




Fig. 64 Fotografía de coco fresco

e x p e r i m e n t o . f i b r a s

r e s u l t a d o s

Después de haber medido la temperatura superficial de cada prototipo físico fabricado, siendo la única variable de fabricación la fibra, se obtuvieron los siguientes resultados_

Temperatura superficial

Prototipo con coco 22.1° C

Prototipo con henequén 22.3° C

Prototipo con agave 22.4 ° C

Nota de resultados: Se observa que la temperatura tiene una variación mínima, por lo que de inicio se descarta la posibilidad de que las fibras puedan modificar la temperatura superficial, sin embargo de acuerdo a literatura, algunas fibras pueden modificar la capacidad térmica en relación a la transferencia de calor, por lo que se propone realizar un experimento en donde se pueda medir la temperatura al interior de los prototipos.



Fig. 65 Molde con prototipos de concreto con fibras vegetales.



Fig. 66 Preparación de prototipo con hobo



Fig. 67 Prototipos de concreto con fibras vegetales.



Fig. 68 Fotografía de prototipo de concreto con fibra de coco.

En base a la propuesta inicial de diseño se plantea el escenario en donde el prototipo ideal para una superficie no será aquel que demuestre eficiencia en un entorno específico a una hora específica, ni que sus características sean estáticas, se buscará que el prototipo responda a un estímulo, en este caso, a la variación en la térmica.

En el experimento piloto se observa que el color amarillo tiene los resultados más eficientes al marcar una temperatura por debajo de los prototipos de color rojo y azul, por lo que un prototipo más eficiente sería aquel que durante las horas de mayor incidencia solar mantuviera un color claro, y este fuera adquiriendo un color oscuro en las horas de menor incidencia solar.

Para lograr estos cambios en respuesta al entorno se piensa en utilizar pigmentos termocrómicos, con los cuales se espera poder controlar las variaciones crómicas de acuerdo a una temperatura determinada (Robert M. Cristie, Robertson, Taylor, 2007).

Objetivo del experimento

Experimentar con pigmentos termocrómicos y concreto, con la finalidad de controlar la variación de color en una superficie.

Objetivos particulares

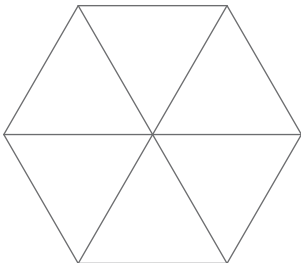
Fabricar dos prototipos con variaciones angulares en su forma para generar un prototipo con mayor y menor superficie, lo cual generará mayor o menor cantidad de absorción de energía radiante.

Probar le termocromismo en el prototipo por medio de la aplicación de calor.

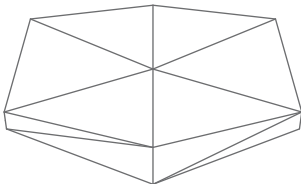
experimento.termocrómico

d e f i n i c i ó n . m o r f o l ó g i c a

Propuesta prototipo pf1, diferencia angular mínima para generar mayor superficie.



vista superior



perspectiva



vista lateral

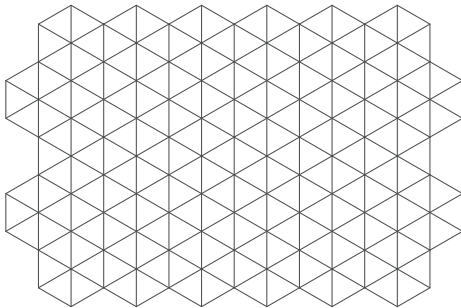


vista frontal

experimento.termocrómico

definición.morfológica

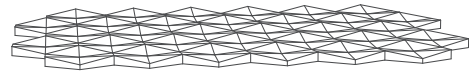
Superficie generada a partir del prototipo pf1 con diferencia angular mínima para generar mayor superficie y por lo tanto mayor cantidad de tranferencia de calor.



vista superior



vista lateral



perspectiva

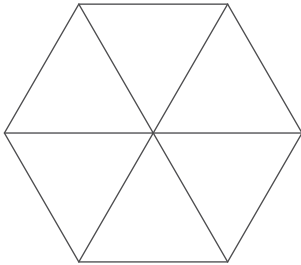


vista frontal

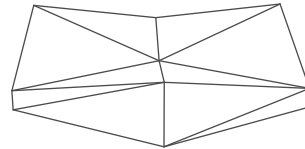
experimento.termocrómico

definición.morfológica

Propuesta prototipo pf1, diferencia angular mínima para generar menor superficie.



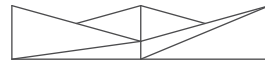
vista superior



perspectiva



vista lateral

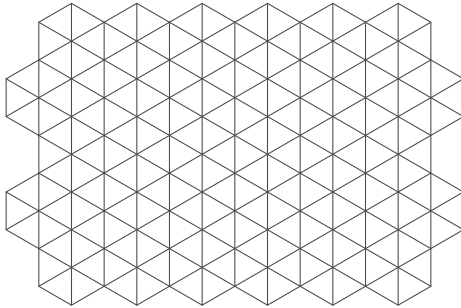


vista frontal

experimento.termocrómico

definición.morfológica

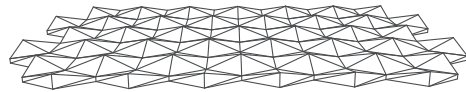
Superficie generada a partir del prototipo af1 con diferencia angular mayor para generar menor superficie y por lo tanto menor cantidad de transferencia de calor.



vista superior



vista lateral



perspectiva



vista frontal

experimento.termocrómico

f a b r i c a c i ó n . m o l d e



Fig. 69 Impresión 3D de prototipo digital para fabricar molde



Fig. 70 Fabricación de molde



Fig. 71 Desmolde



Fig. 71 Molde de silicona para fabricar prototipos de concreto

experimento.termocrómico

f a b r i c a c i ó n . p r o t o t i p o s

Para la fabricación de los prototipos del experimento termocrómico se realiza una mezcla homogénea utilizando cemento blanco, agua, arena y pigmento termocrómico reversible azul. La mezcla se coloca en un molde con la condición morfológica definida por sus variaciones angulares para controlar superficie.

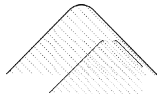
Materiales prototipo f1



cemento



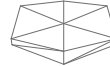
agua



arena



pigmento
termocrómico azul



prototipo pf1

Materiales prototipo f2



cemento



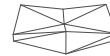
agua



arena



pigmento
termocrómico azul



prototipo af2

experimento.termocrómico

f a b r i c a c i ó n . p r o t o t i p o s



Fig. 72 Proceso de fabricación de prototipos termocrómicos

experimento.termocrómico

f a b r i c a c i ó n . p r o t o t i p o s

Calibrar termómetro de infrarrojo

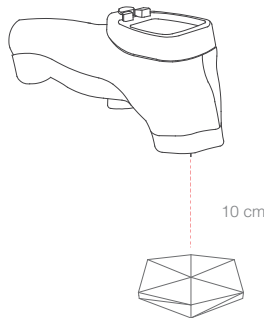
Colocar los tres prototipos fabricados sobre una superficie de polietireno a la sombra.

Medir temperatura superficial de cada prototipo con termómetro manual de infrarrojo (IRT), colocado apuntando hacia el piso a 10cm de distancia de cada prototipo.

Colocar los tres prototipos fabricados sobre una superficie de poliestireno expuestos a la radiación solar por una hora.

Hora de exposición 12:00- 19:00 (Febrero 11 2019)

Medir la temperatura superficial del prototipo, con un termómetro manual de infrarrojos (IRT) cada hora aproximadamente, colocado apuntando hacia el piso a 10cm de distancia de cada prototipo.



experimento.termocrómico

f a b r i c a c i ó n . p r o t o t i p o s

Prototipo fabricado con pigmento termocrómico reversible azul. Temperatura de cambio 31° C

A continuación se muestran los resultados del prototipo termocrómico después de haber realizado el experimento. Se muestra en las imágenes el cambio cromático por temperatura.

31° C



29° C



28° C



27° C



26° C



25° C



Fig. 73 Prototipo de concreto termocrómico



Fig. 74 Prototipo de concreto termocrómico

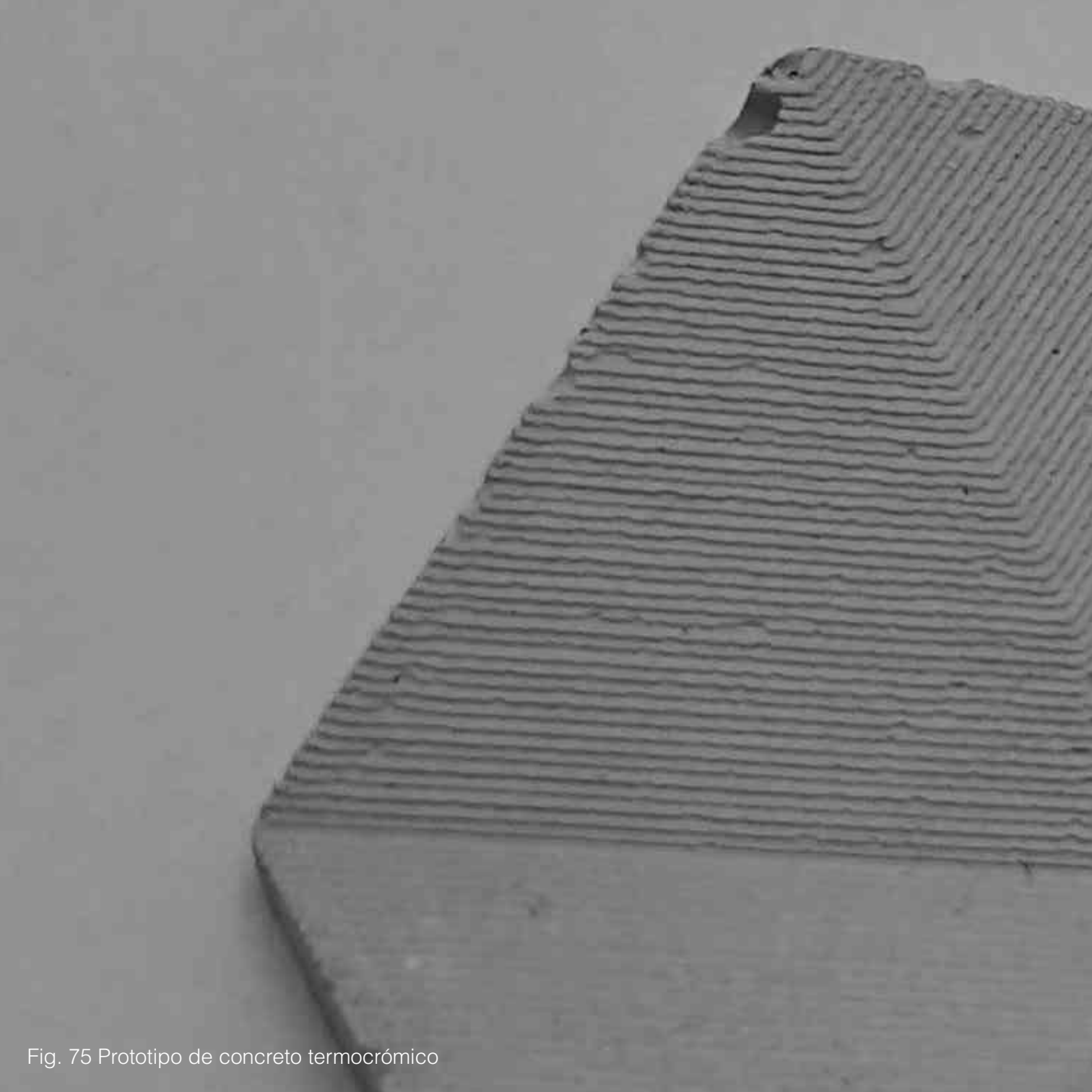
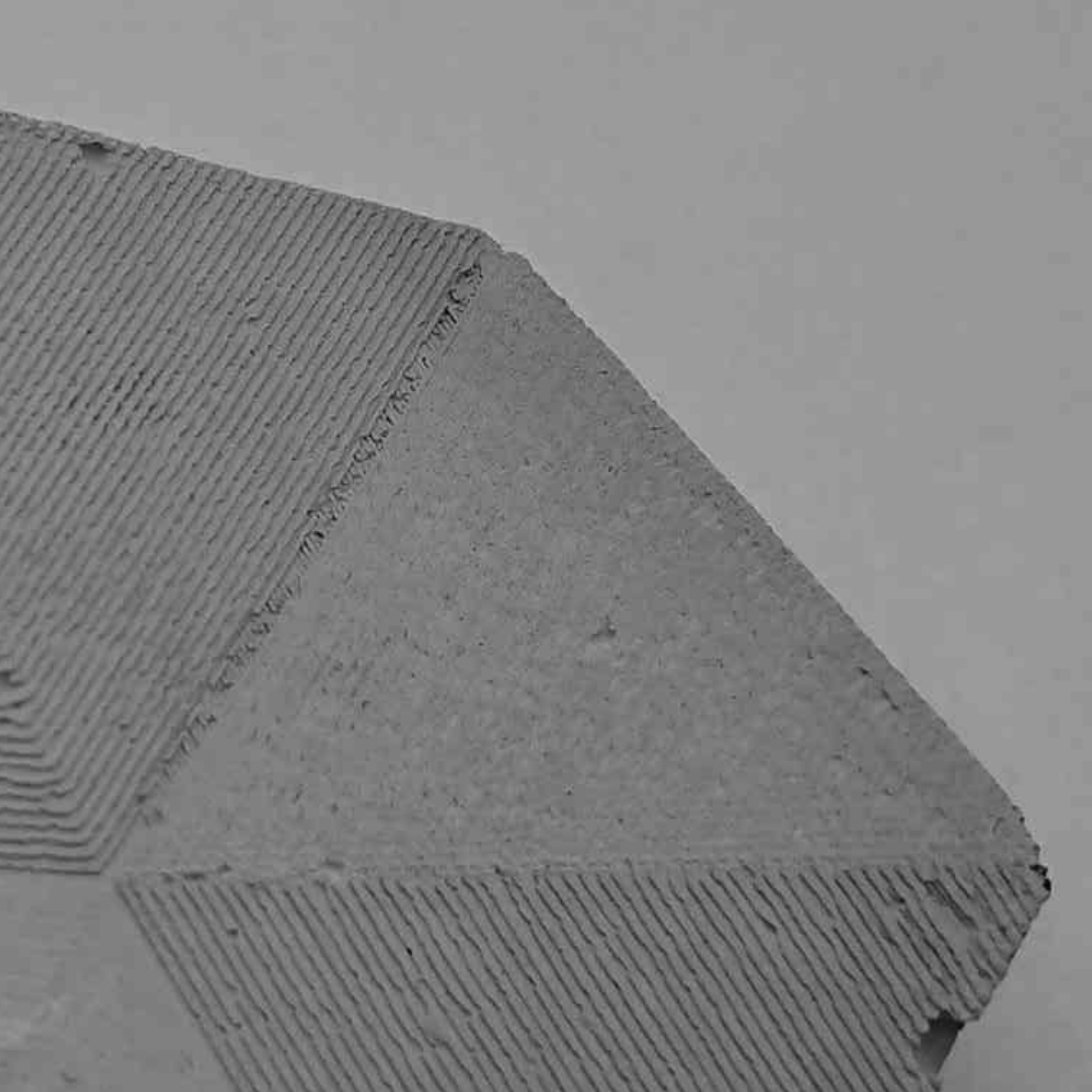


Fig. 75 Prototipo de concreto termocrómico



Después de haber controlado el color de la superficie con pigmentos termocrómicos se continúa con la exploración morfológica, Se pretende que al igual que el color, la forma de la superficie pueda controlarse para la fabricación de prototipos aplicables a diferentes entornos.

Se diseña una definición con la cual se pretende modificar las superficies solo en las variables que se quieran controlar, en este caso se realiza para controlar la variaciones angulares, la cantidad y tamaño de prototipos. El control angular del prototipo generará mayor o menor superficie de absorción de radiación solar.

Variación angular - variación superficial - variación crómica - control térmico

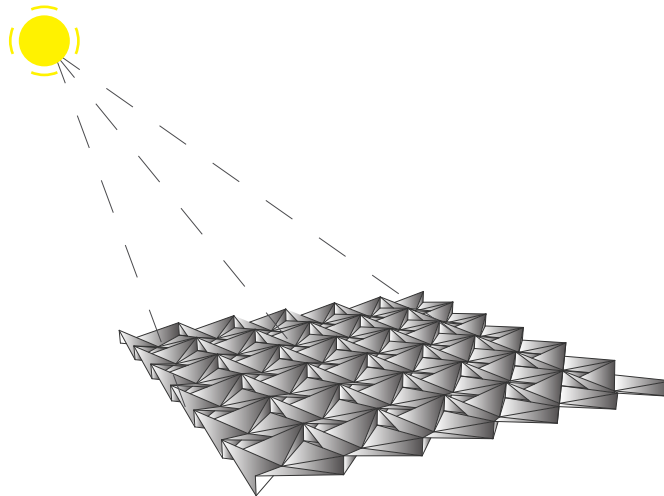


Fig. 76 Superficie con variación angular.

d e f i n i c i ó n

p r o t o t i p o | 1 b v

En el proceso de la definición de la forma se han logrado identificar algunos aspectos morfológicos importantes para la fabricación de las piezas con eficiencia térmica. En este caso de acuerdo a valores angulares se propone un prototipo que pueda modificarse en dichos valores de manera sencilla y rápida, lo cual nos permitirá modificar nuestro prototipo, de manera digital, de acuerdo a la incidencia solar a la que vaya a ser expuesta la superficie, para posteriormenete fabricar el prototipo.

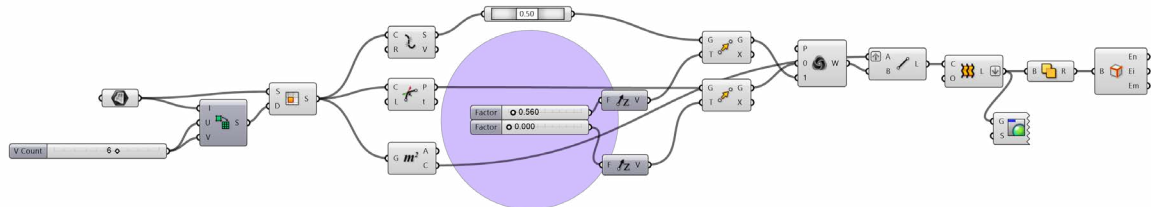
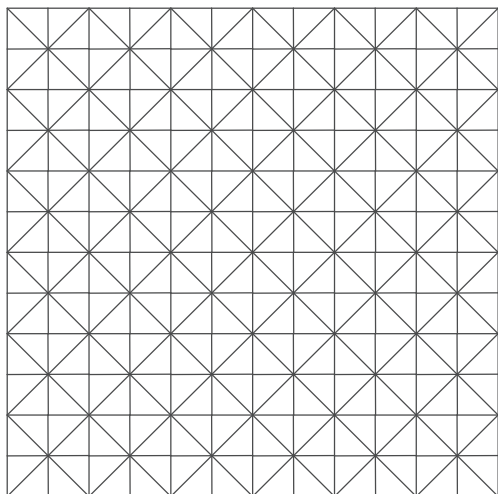


Fig.77 Definición | grasshopper

definición

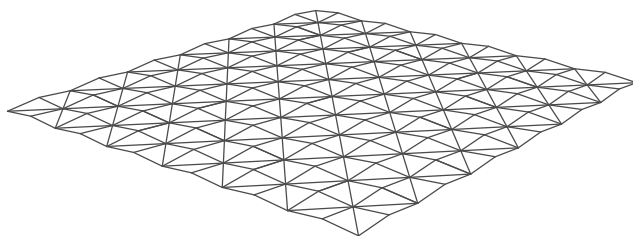
prototipo | 2 B V | sin. espesor



vista superior



vista lateral



perspectiva



vista frontal

d e f i n i c i ó n

prototipo | 2 B V | sin . espesor

Al igual que el en prototipo anterior, la variación angular es el factor a modificar para generar la morfología que se presenta en el prototipo 2AV, esta primera exploración con elevaciones angulares, se realiza sin dar algún espesor específico al prototipo en esta primera exploración angular.

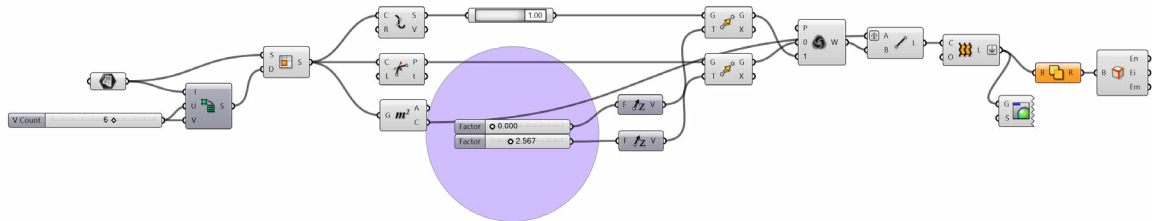
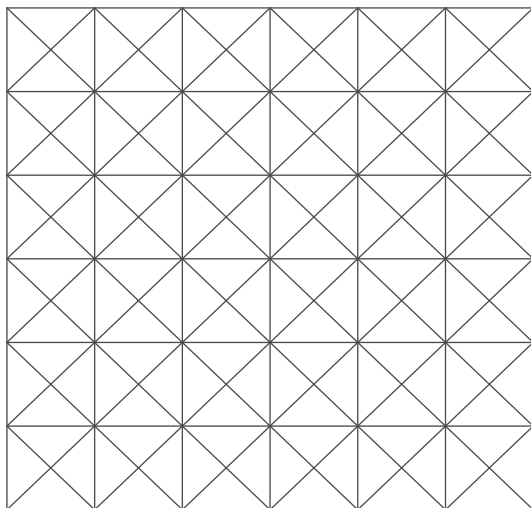


Fig 78 Definición | grasshopper

d e f i n i c i ó n

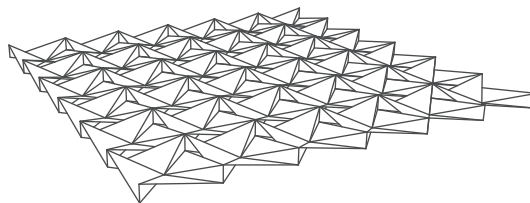
p r o t o t i p o | 2 B V | s i n . e s p e s o r



vista superior



vista lateral



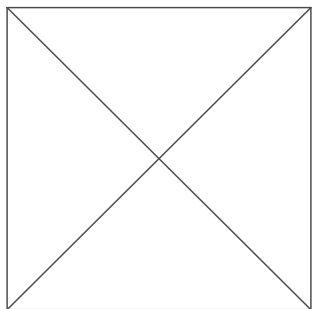
perspectiva



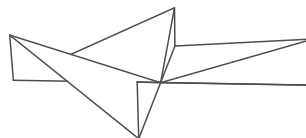
vista frontal

d e f i n i c i ó n

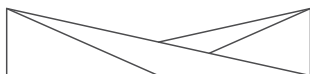
e x p l o r a c i ó n



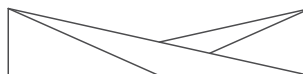
vista superior



perspectiva



vista lateral



s u p e r f i c i e

p r o t o t i p o | 2 B V | s i n . e s p e s o r

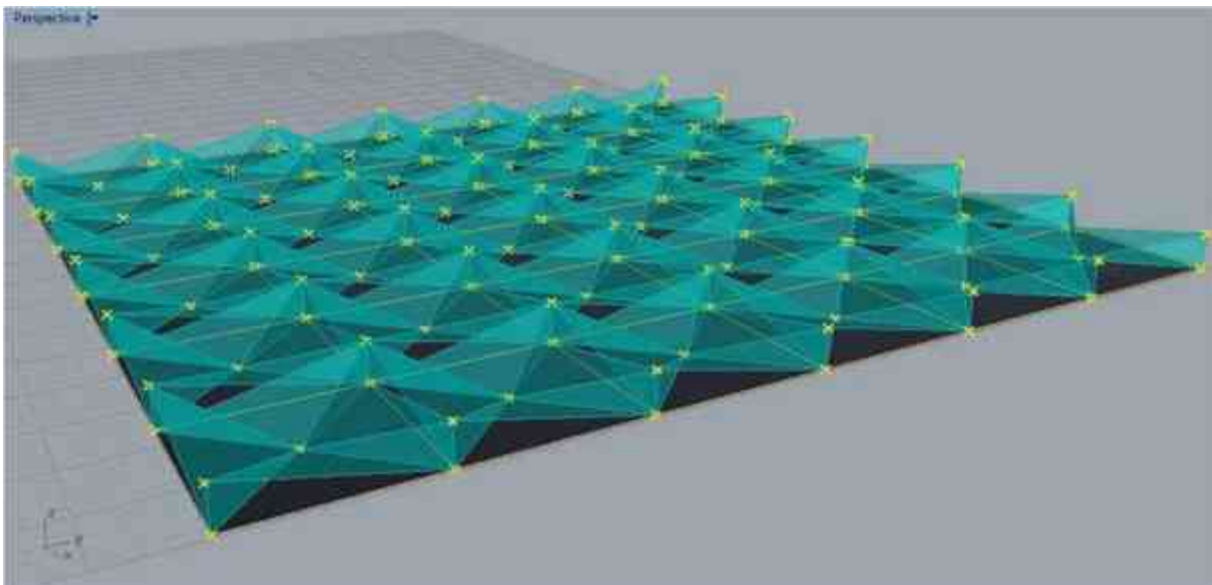


Fig. 79 Prototipo digital con variaciones angulares para aumentar o disminuir superficie.

d e f i n i c i ó n

prototipo | uhi4 | con . espesor

En la siguiente imagen se observa la definición con una variación en los valores de los factores de movimiento en los ejes horizontales y verticales. Al modificar estos valores la superficie se observa con variación angular y un espesor definido, en consecuencia la cantidad de calor que puede absorber o reflejar será diferente a la superficie anterior. Se aprovechará las variaciones que se pueden generar para la fabricación de los prototipos con variaciones angulares y así poder realizar el impacto de su variación angular en la capacidad térmica de cada prototipo.

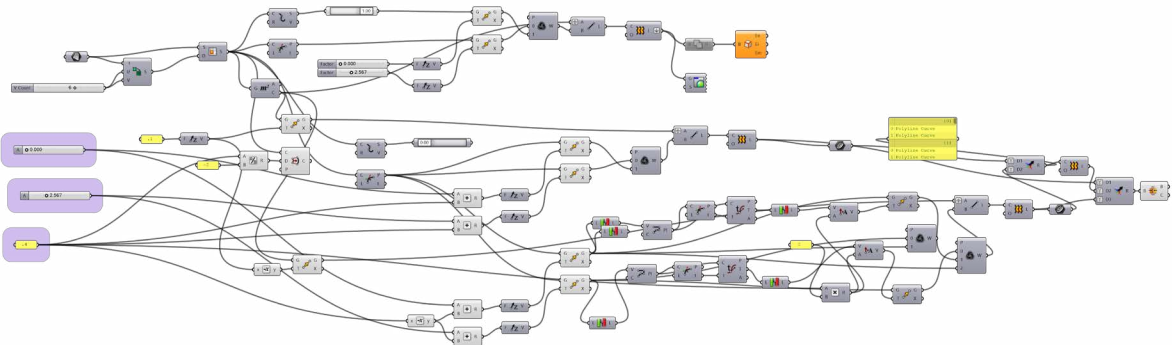
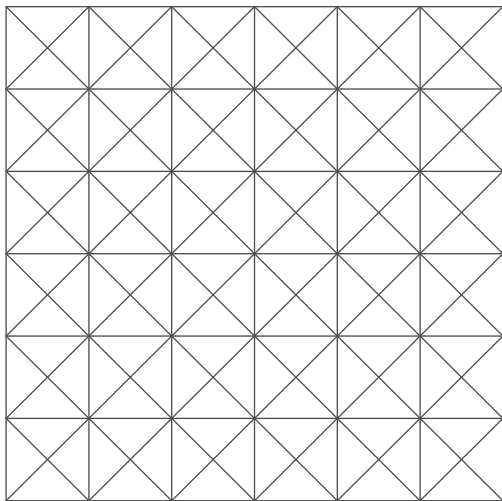


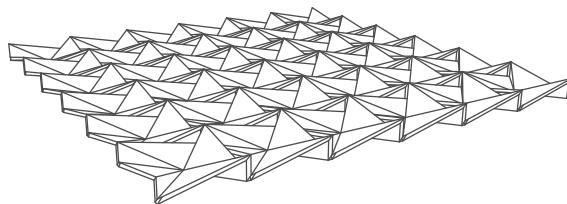
Fig 80 Definición | grasshopper

d e f i n i c i ó n

prototipo | 2 A V | con . e s p e s o r



vista superior



perspectiva



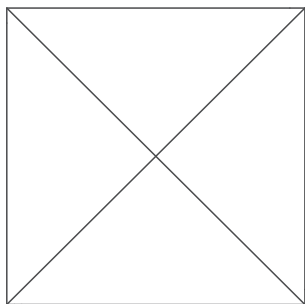
vista lateral



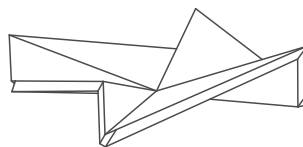
vista frontal

d e f i n i c i ó n

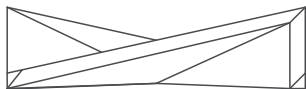
e x p l o r a c i ó n



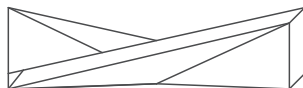
vista superior



perspectiva



vista lateral



vista frontal

s u p e r f i c i e

p r o t o t i p o | 2 A V | c o n . e s p e s o r

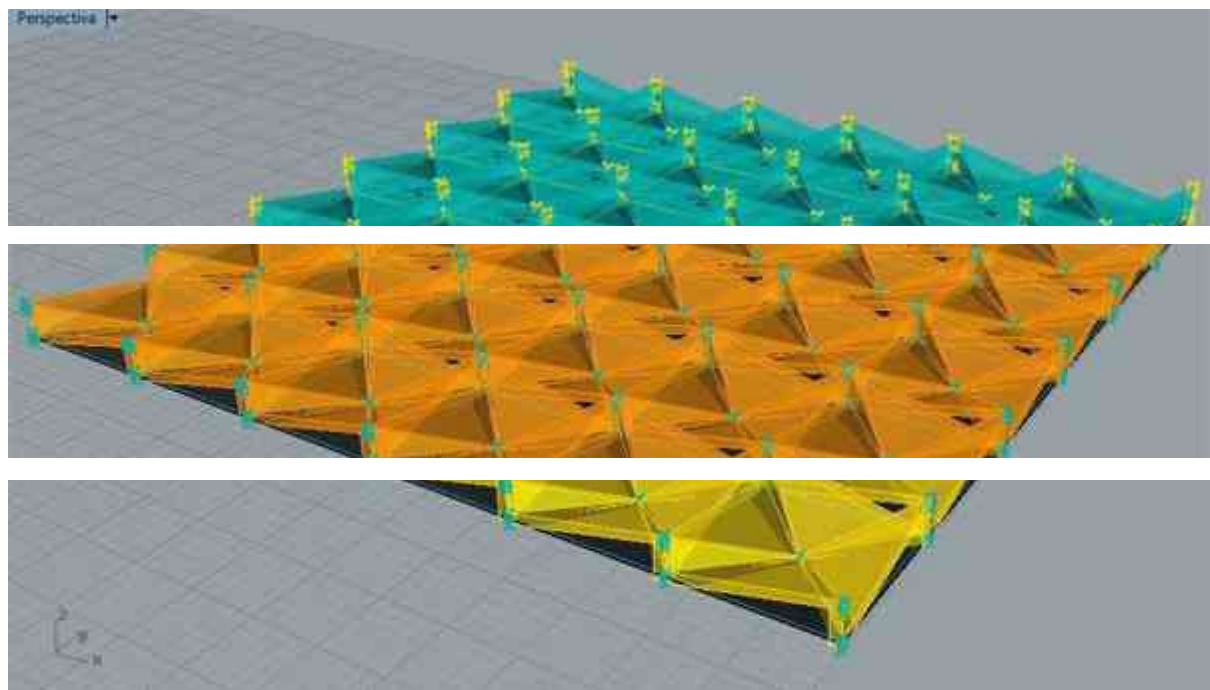


Fig. 81 Prototipo digital con variaciones angulares para aumentar o disminuir superficie, con espesor.

e x p l o r a c i ó n

En la siguiente imagen se observa la definición con una variación en los valores de los factores de movimiento en los ejes horizontales y verticales. Al modificar estos valores la superficie se observa una superficie con curvas, en consecuencia la cantidad de calor que puede absorber o reflejar será diferente a la superficie anterior. Se aprovechará las variaciones que se pueden generar para la fabricación de los prototipos con variaciones angulares y así poder realizar el impacto de su variación angular en la capacidad térmica de cada prototipo.

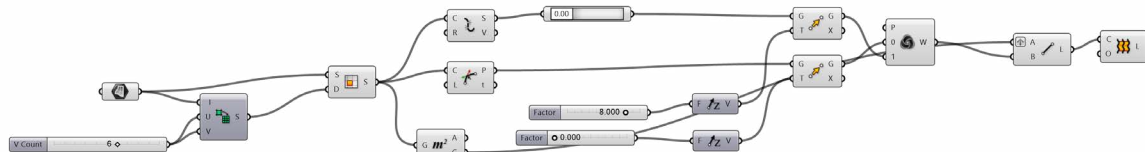
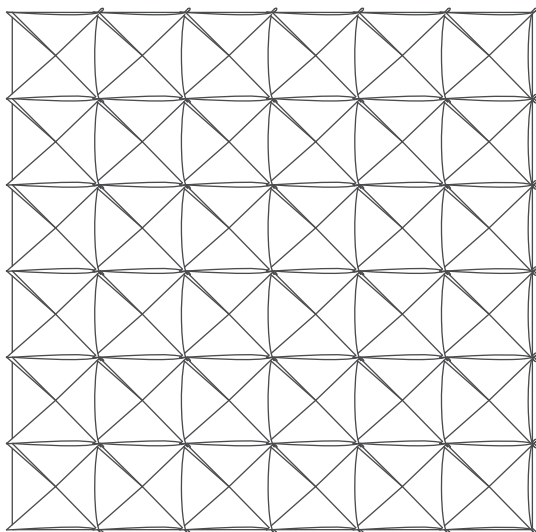


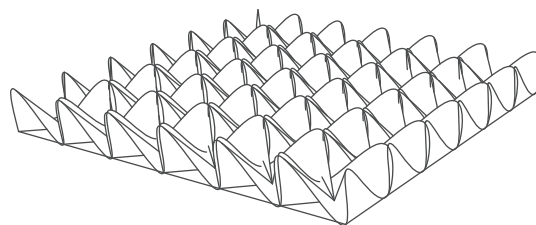
Fig 82 Definición | grasshopper

s u p e r f i c i e

prototipo | 3 A V | con . e s p e s o r



vista superior



perspectiva



CAPÍTULO | CINCO

En este capítulo se hace una aplicación digital del prototipo fabricado en una sección de ciudad universitaria, en la ciudad de Morelia como parte de la reflexión final del proyecto. Ciudad universitaria cuenta con diferentes elementos en su superficie, tanto vertical como horizontal, naturales y artificiales. Estas características físicas hacen de este espacio, un entorno en donde se perciben diferentes temperaturas superficiales. Estas variaciones de temperatura, como se ha estudiado, se deben a diversos factores, como lo son, la cantidad de vegetación en el entorno, la existencia de cubiertas vegetales o permeables, la aplicación de pavimentos asfálticos, o en general la variación en los diferentes tipos de pavimentos, etc. Esto en relación a superficies horizontales, pero también se considera la elevación de temperatura superficial vertical, considerando igual variables en general materiales de los elementos construidos.

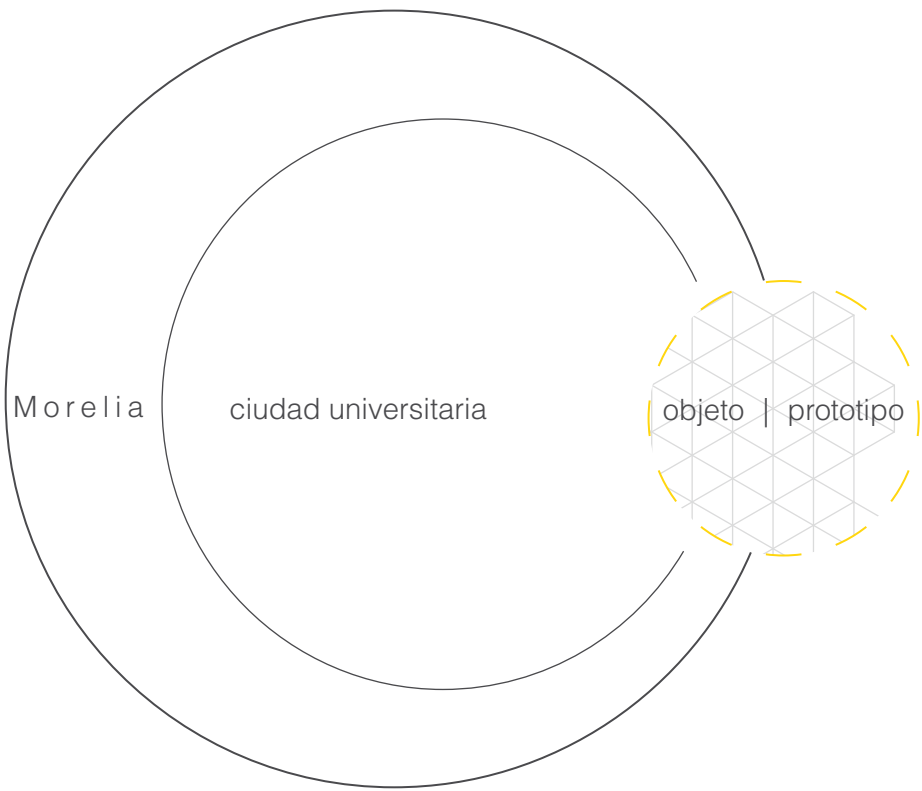
Se realiza un análisis general de rango de sombras y posteriormente un análisis de asoleamiento, en relación a la ubicación geográfica del sitio de estudio. Esto con el fin de identificar los espacios en donde existe mayor absorción de radiación solar, ya sea porque se encuentran desprovistos de elementos que generen sombra o por sus cualidades materiales superficiales. Para esto se consideran también otras variables climáticas, como radiación solar directa, viento, nubosidad, humedad relativa, las cuales pueden modificar la temperatura superficial del entorno (véase capítulo de análisis del entorno).

aplicación.digital.del.prototipo

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

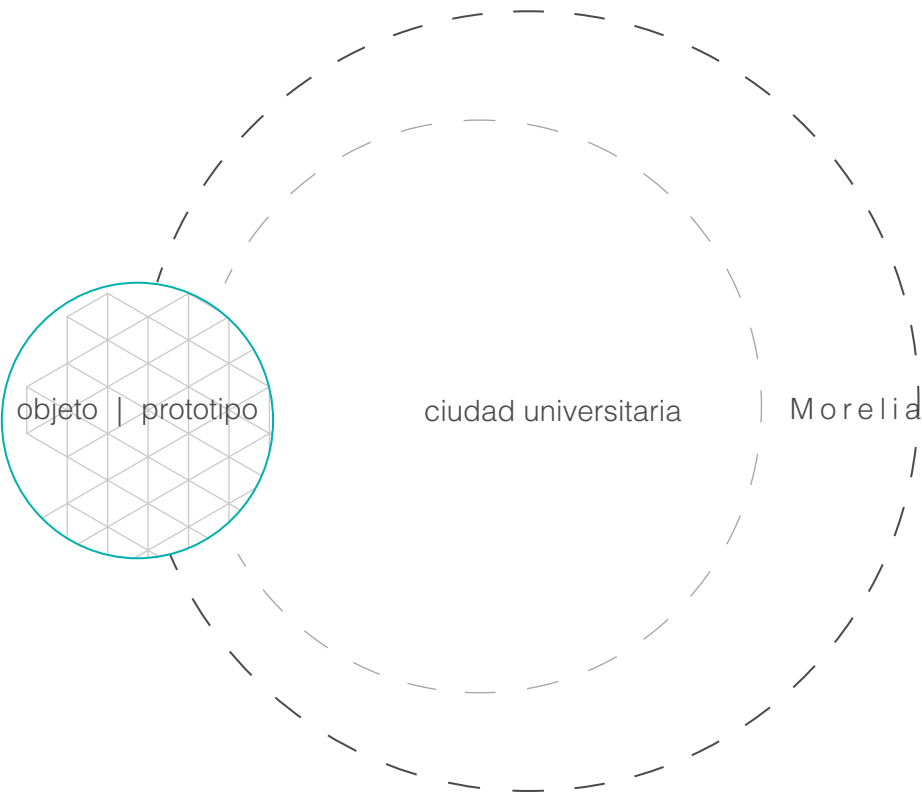
Problema Escalable Global | Elevación de Temperatura en Superficies

140
|UHI



Diagrama, del problema a gran escala, a la solución desde la pequeña escala.

Solución Escalable | Diseño de prototipo de superficie mediante proceso de diseño experimental



Diagrama, solución a pequeña escala con impacto a gran escala. Prototipos con impacto urbano.

aplicación.digital.prototipo

r a n g o . d e . s o m b r a

El análisis general de rango de sombras que nos permite observar la proyección de sombras que los diferentes elementos generan a lo largo del día, en diferentes días o meses del año. Esto con la finalidad de identificar el impacto de los edificios construidos o vegetación sobre el espacio exterior.

Este análisis permite determinar qué áreas necesitan de mayor o menor elementos de proyección de sombra, o en este caso, se identifican los espacios con mayor absorción de radiación solar, los cuales serán las áreas de oportunidad para la aplicación del prototipo termocrómico.

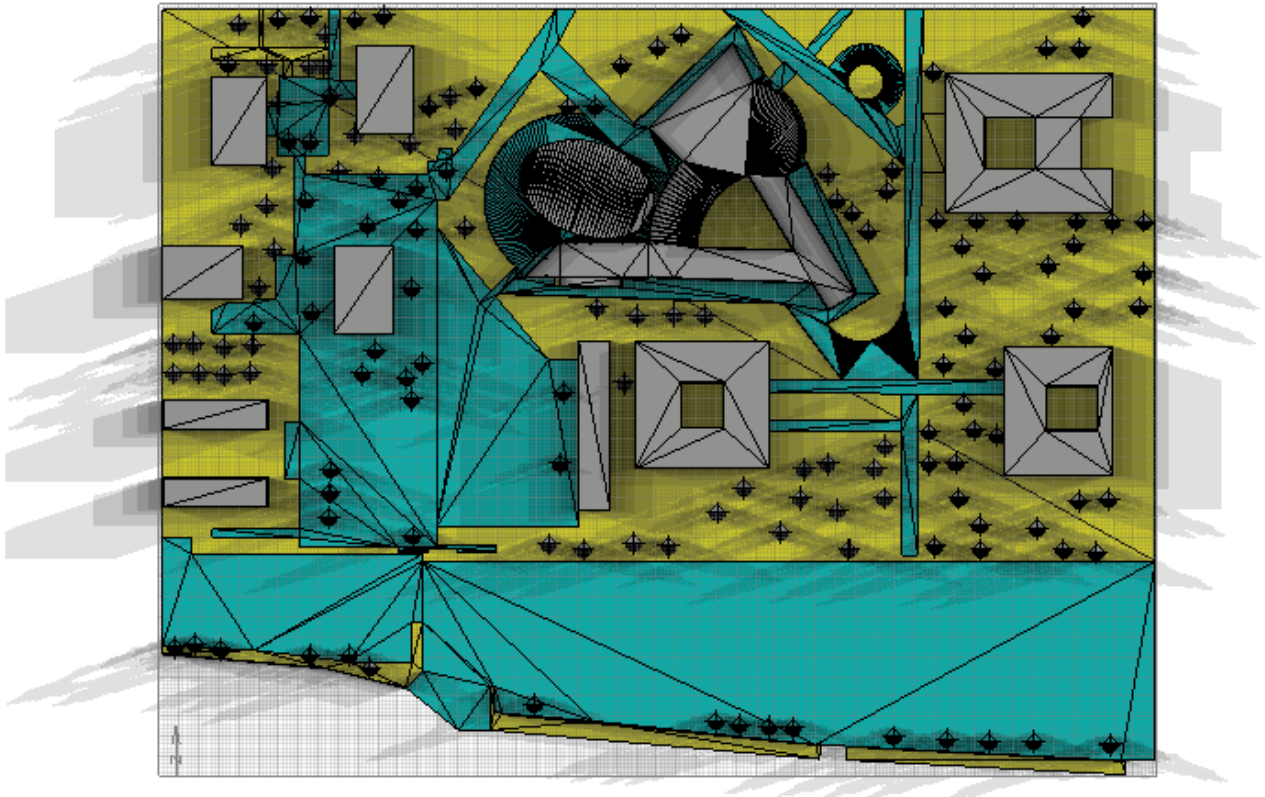


Fig. 83 Rango de sombra. Mayo. Vista aerea estacionamientos área facultad de arquitectura. UMSNH. Ecotec Analysis

aplicación.digital.prototipo

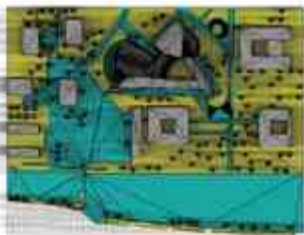
r a n g o . d e . s o m b r a



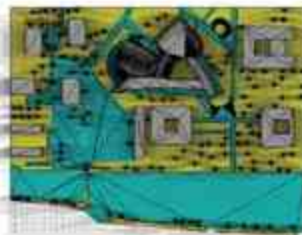
Enero



Febreo



Marzo



Abril



Mayo



Junio

aplicación.digital.prototipo

r a n g o . d e . s o m b r a



Julio



Agosto



Septiembre



Octubre



Noviembre



Diciembre

aplicación.digital.prototipo

r a n g o . d e . s o m b r a

El análisis general de rango de sombras que nos permite observar la proyección de sombras que los diferentes elementos generan a lo largo del día, en diferentes días o meses del año. Esto con la finalidad de identificar el impacto de los edificios construidos o vegetación sobre el espacio exterior.

Este análisis permite determinar qué áreas necesitan de mayor o menor elementos de proyección de sombra, o en este caso, se identifican los espacios con mayor absorción de radiación solar, los cuales serán las áreas de oportunidad para la aplicación del prototipo termocrómico.

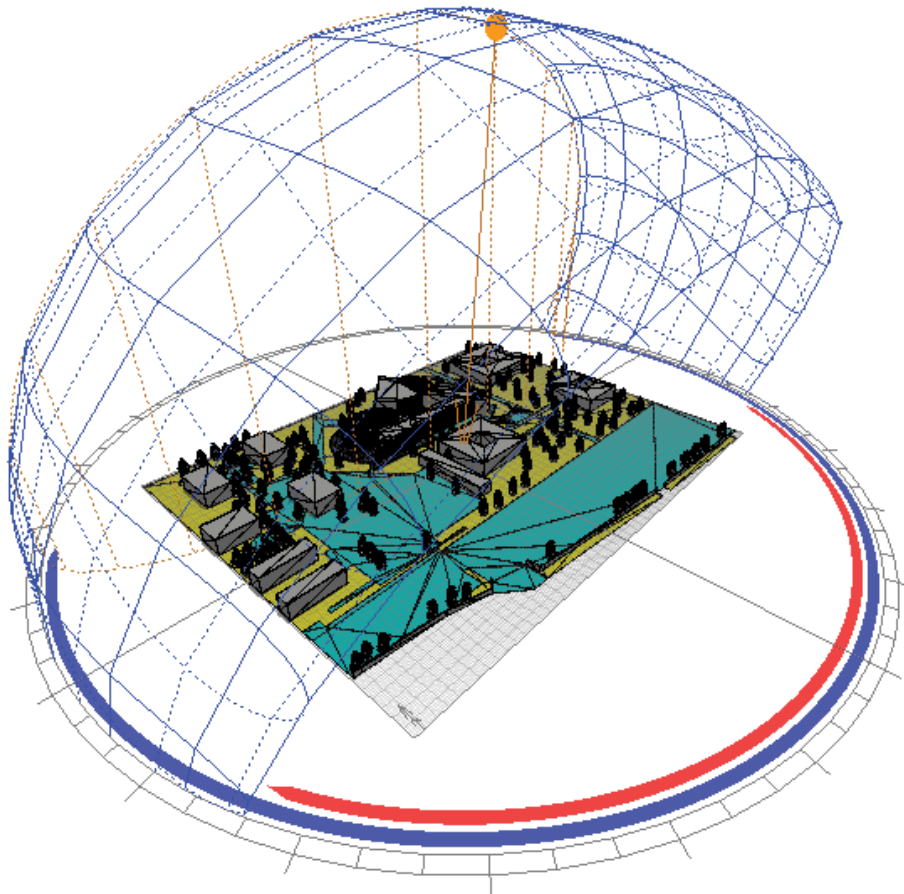


Fig. 84 Análisis de asoleamiento. Mayo. Perspectiva estacionamientos área facultad de arquitectura. UMSNH. Ecotec Analysis

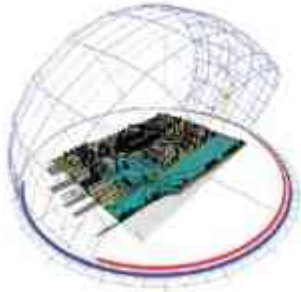
aplicación.digital.prototipo

a n á l i s i s . a s o l e a m i e n t o

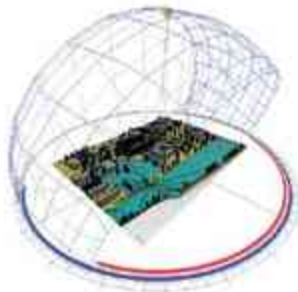
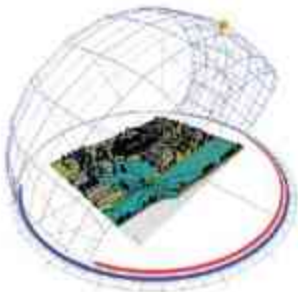
Equinoxio de primavera

Solsticio de verano

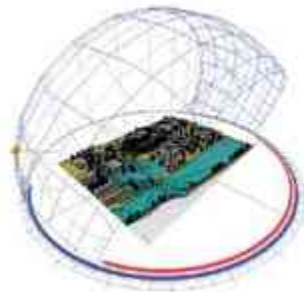
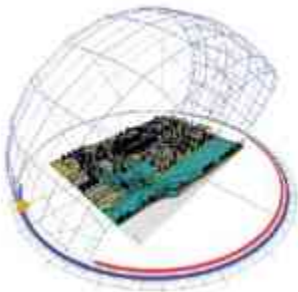
8 am



12 pm



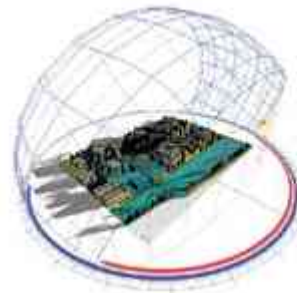
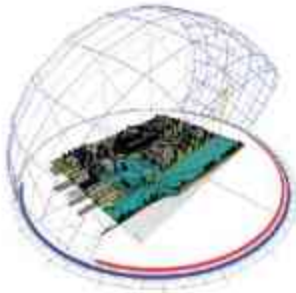
6 pm



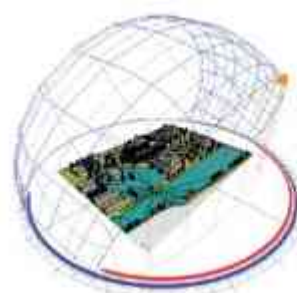
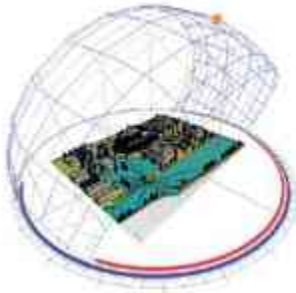
Equinoxio de otoño

Solsticio de invierno

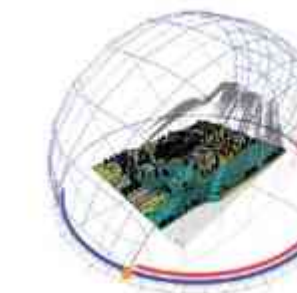
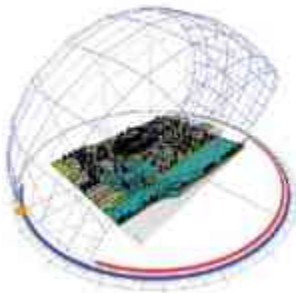
8 am



12 pm



6 pm



aplicación.digital.prototipo

r a n g o . d e . s o m b r a

Como se observa en el análisis de rango de sombra y en el análisis de asoleamiento los meses de los más propensos a sufrir de elevación de temperatura en las superficies, son los meses de abril, mayo y junio.

El prototipo físico termocrómico dependerá de estas variaciones en el ambiente, ya que este reaccionara ante los cambios en la temperatura superficial. Entonces, si se tiene una superficie en un espacio ya identificado con alta absorción de radiación solar, el prototipo se aplica sobre esta superficie, ya sea horizontal o vertical. Lo que se espera que suceda, a partir del experimento físico que se realizó, es que la superficie cambie y adquiera un color adecuado para las condiciones de temperatura que se presenten.

Un prototipo aplicado con un color azul para condiciones en donde la superficie no este expuesta al sol, se torne blanca al comenzar a calentarse, ya que como se ha estudiado, los colores claros tienen un mayor índice de reflectividad y por lo tanto la capacidad de absorción de calor del prototipo disminuye al modificarse, de un color oscuro a uno claro. Otro factor importante a considerar en este cambio que se genera sobre la superficie, es que, los niveles de albedo, aunque lo recomendable es que los materiales que se aplican sean de un alto porcentaje, se encuentra también que esto materiales muy reflectivos puede también ser un factor que afecta el confort térmico de una persona en días calurosos.

En las siguientes imagenes se puede realiza un escenario con la aplicación del prototipo termocrómico en base a los análisis realizados en ECOTEC ANALYSIS, de rango de sombra y asoleamiento.

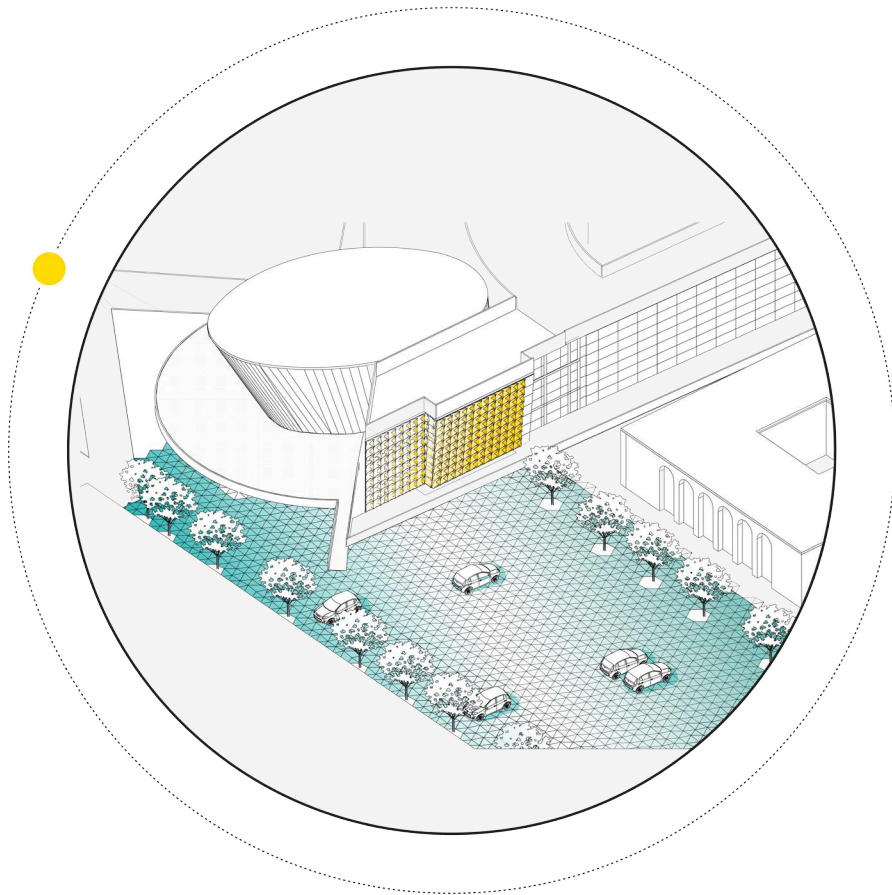


Fig. 85 Escenario de cambio termocrómico en base a análisis de incidencia solar.

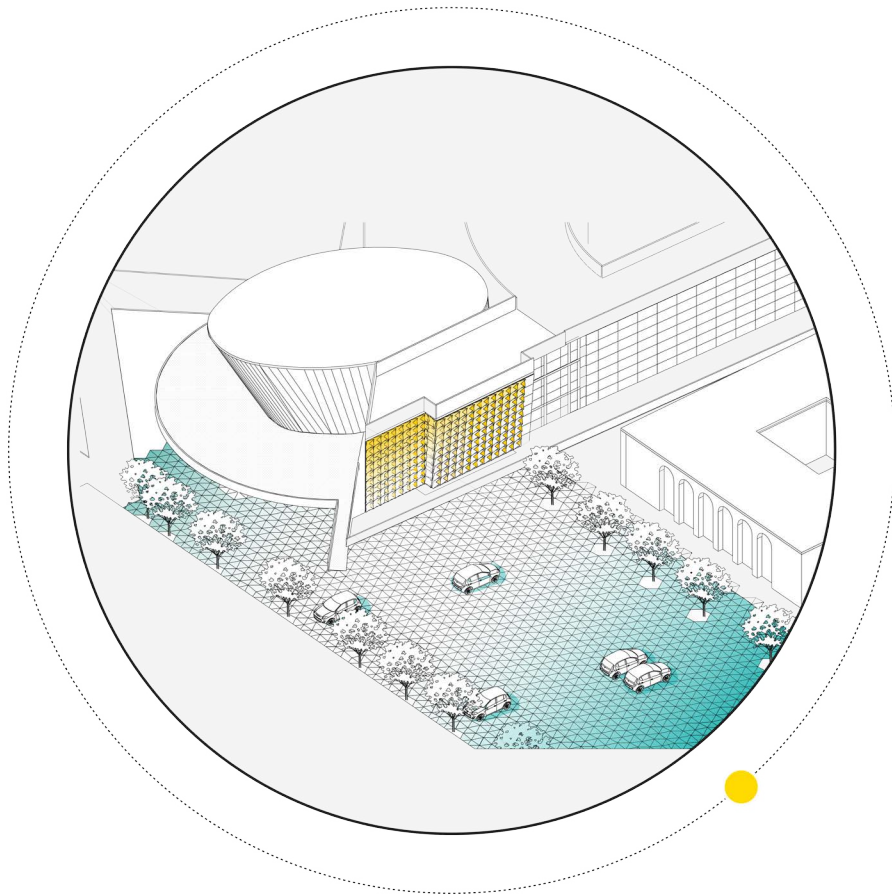


Fig. 86 Escenario de cambio termocrómico en base a análisis de incidencia solar.

En el problema de diseño inicialmente planteado se visualizan ciudades como generalmente las pensamos de manera tradicional, en donde existe una planeación y un diseño, que se anticipa a las necesidades sociales, la realidad es que *vivimos en entornos que se encuentran en constante cambio, por lo que resulta difícil poder solucionar problemas actuales y futuros con elementos artificiales estáticos insertados en el medio natural.*

“El diseño visto como un reflejo social y cultural, que responde generalmente a cambios y evolución contextual. El entorno físico, como el lienzo del diseñador, se modifica por agentes naturales y artificiales, jugando el diseñador un papel importante en la transformación de las sociedades mediante la de la materialización de las ideas en el medio artificial construido.” En la actualidad, además de los aspectos estéticos y funcionales, es importante considerar características de resiliencia social, cultural y ambiental.

A partir de la realización de este proyecto en donde en base a los resultados obtenidos que muestran que las superficies pueden ser manipuladas para convertirlas en elementos que respondan al entorno, en este caso con la modificación material, crómica y morfológica, lo se abre un campo de oportunidad para seguir explorando en este sentido, haciendo posible la aplicación de esta investigación a futuros proyectos académicos y actuales prácticas profesionales.

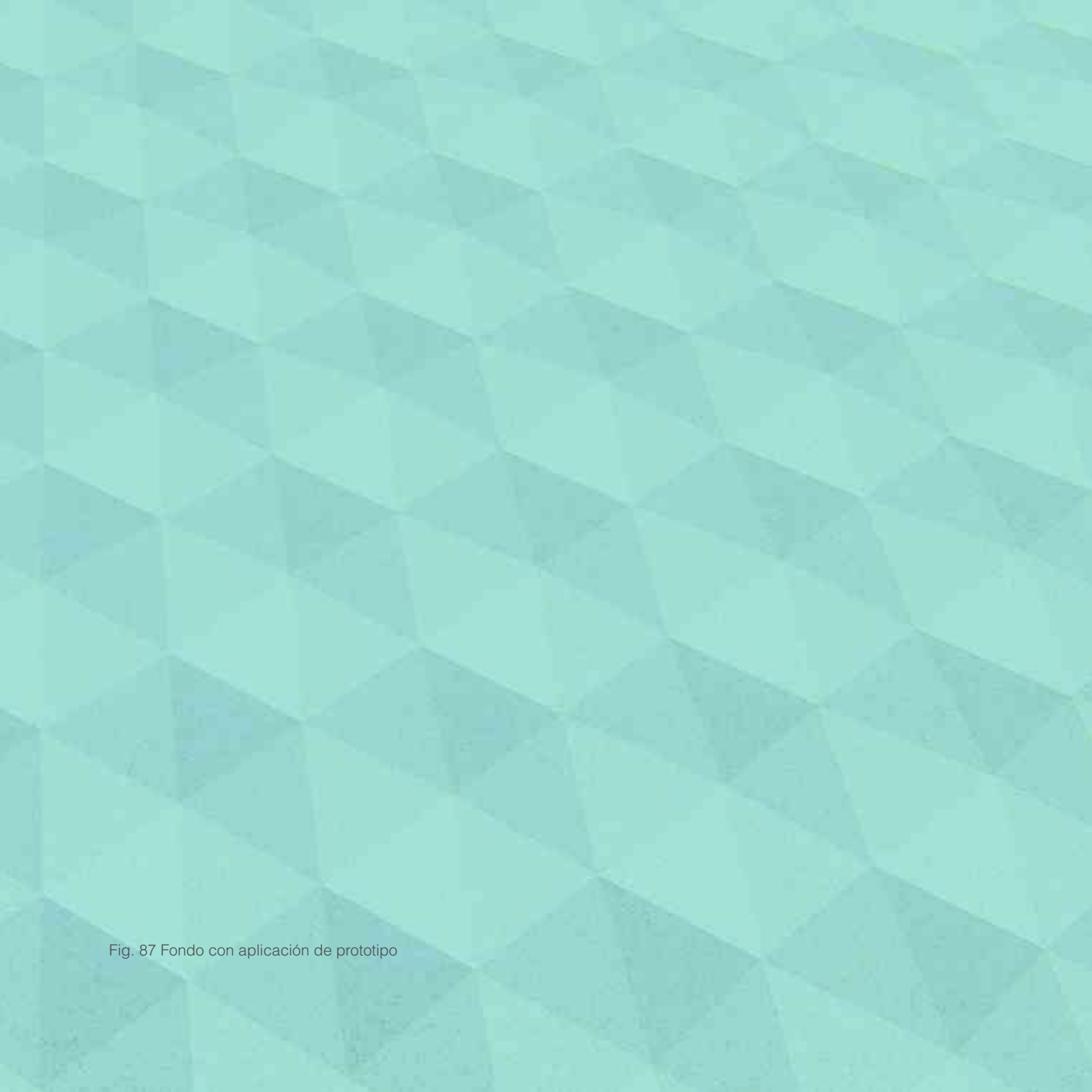


Fig. 87 Fondo con aplicación de prototipo

b i b l i o g r a f í a

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

Análisis climático y uso de suelo para evaluación de isla de calor en la ciudad de Morelia, Michoacán, 2015

Dr. Arturo Chacón Investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Boiloga Paola Margarita Guzmán Luna

Architectural strategies in reducing heat gain in the sub-tropical urban heat island

Mark A . Blazer

University of South Florida

Heat island development in Mexico city.

Ernesto Jauregui , Centro de Ciencias de la Atm6sfera, UNAM,

Metodología de evaluación de la isla de calor urbana y su utilización para identificar problemáticas energéticas y de planificación urbana.

Daniel Eric Sangines Coral

A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature.

Department of Geography, University ofBritish Columbia, Vancouver, BC Canada

Pavement materials for heat island mitigation: design and management strategies

Research Scientist, Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis, US Professor, School of Transportation, Tongji University, Shanghai, China

Informe sobre: Asentamientos humanos: Bioclima, isla de calor y consumo eléctrico México 2042, 2008

SEMARNAT, UNAM

Propiedades Térmicas de los Materiales, Reyna Matienzo Marcos, 2014, Universidad Nacional de Santa, Peru.

b i b l i o g r a f í a

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

Atlas de indicadores de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Buenos Aires 2010
Ministerio de Desarrollo Urbano

Analysis of the impacts of economic and social indicators to sustainability assessment
Joana B. Andrade
Building Physics & Technology Laboratory, University of Minho, School of Engineering, Guimarães,
Portugal
Luís Bragança
University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal
braganca@civil.uminho.pt

Desarrollo de un indicador para el análisis de sustentabilidad en obras de hormigón, en Argentina
Lucía Rumi, María Cecilia Montero, Néstor Francisco Ortega

CALIDAD DE VIDA Y MEDIO AMBIENTE URBANO. INDICADORES LOCALES DE SOSTENIBILIDAD Y
CALIDAD DE VIDA URBANA
QUALITY OF LIFE AND URBAN ENVIRONMENT. LOCAL SUSTAINABILITY INDICATORS AND QUALITY
OF URBAN LIFE.

Agustín Hernández Aja.1 España. Doctor Arquitecto. Profesor Titular del Departamento de Urbanismo
y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM). agustin.
hernandez@upm.es

Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de
Clima árido Extremo

Urban Heat Island: Dynamic Modeling and Mitigation Measures Evaluation, in Extreme arid Climate
Cities

Jorge Villanueva-Solis(1)*, Arturo Ranfla(1), Ana L. Quintanilla-Montoya(2)

(1) Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Bulevar Benito Juárez y la calle de la normal,
s/n, CP 21250 Mexicali, B.C.-México (e-mail: jorge.villanueva@uabc.edu.mx)

(2) Universidad de Colima, Ex Hacienda de Nogueras s/n. Nogueras, CP 28451 Comala-México
(e-mail: analuzqm@ucol.mx)

b i b l i o g r a f í a

s u r f a c e . d e s i g n . u h i

Titulo: BIOMIMETIC APPROACHES TO ARCHITECTURAL DESIGN FOR INCREASED SUSTAINABILITY

Autores: Maibritt Pedersen Zari

Editorial: School of Architecture, Victoria University, PO Box 600, Wellington, New Zealand.

Titulo: Eco-innovation by Integrating Biomimetic Design and ARIZ

Autores: Wang-Chih Chen, Jahau Lewis Chen

Editorial: Department of Mechanical Engineering, National Cheng Kung Unibversity, Tainan, TAIWAN

Titulo: Learning from Nature: Biomimetic Design in Architectural Education

Autores: Selay Yurtkuran, Gözde Kırılı, Yavuz Taneli

Editorial: UludaUniversity, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, Görükle, Bursa 16059, Turkey

Design Concepts for a Temperature- sensitive Enviroment Using Thermochromic Colour Change,
Robert M. Cristie, Sara Robertson, Sara Taylor, School of Textiles & Design, Heriot Watt University, 2007

Smart Materials and New Technologies For the architecture and design professions

D. Michelle AddingtonDaniel L. Schodek, 2005

Harvard University

Using cool pavements as a mitigation strategy tofight urban heat
island—A review of the actual developments

M. Santamourisn

Group Building Environmental Studies, Physics Department, University of Athens, Athens, Greece,
Elsevier, 2013

