



# Title: Techo verde como elemento reductor de transferencia de calor en clima cálido seco extremo

**Author:** Miguel Isaac, SAHAGUN VALENZUELA, Ixchel Astrid, CAMACHO IXTA, Marcos Eduardo, GONZÁLEZ TREVIZO, José Francisco, ARMENDÁRIZ LÓPEZ

**Editorial label ECORFAN:** 607-8534  
**BCIERMMI Control Number:** 2018-03  
**BCIERMMI Classification (2018):** 251018-0301

**Pages:** 31

**RNA:** 03-2010-032610115700-14

### ECORFAN-México, S.C.

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

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

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



# Introducción



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

# Objetivos



Determinar comportamiento térmico

Definir tipo de techo verde

Buscar especies vegetales que funcionen

Construcción de módulos

Análisis comparativo con poliestireno

Análisis de los resultados



## Antecedentes Techos Verdes

- Elemento que actúa de manera positiva en el clima de la ciudad
- Ventajas económicas, sociales y ambientales
- Arquitectura sustentable
- Especies vegetales en techos verdes

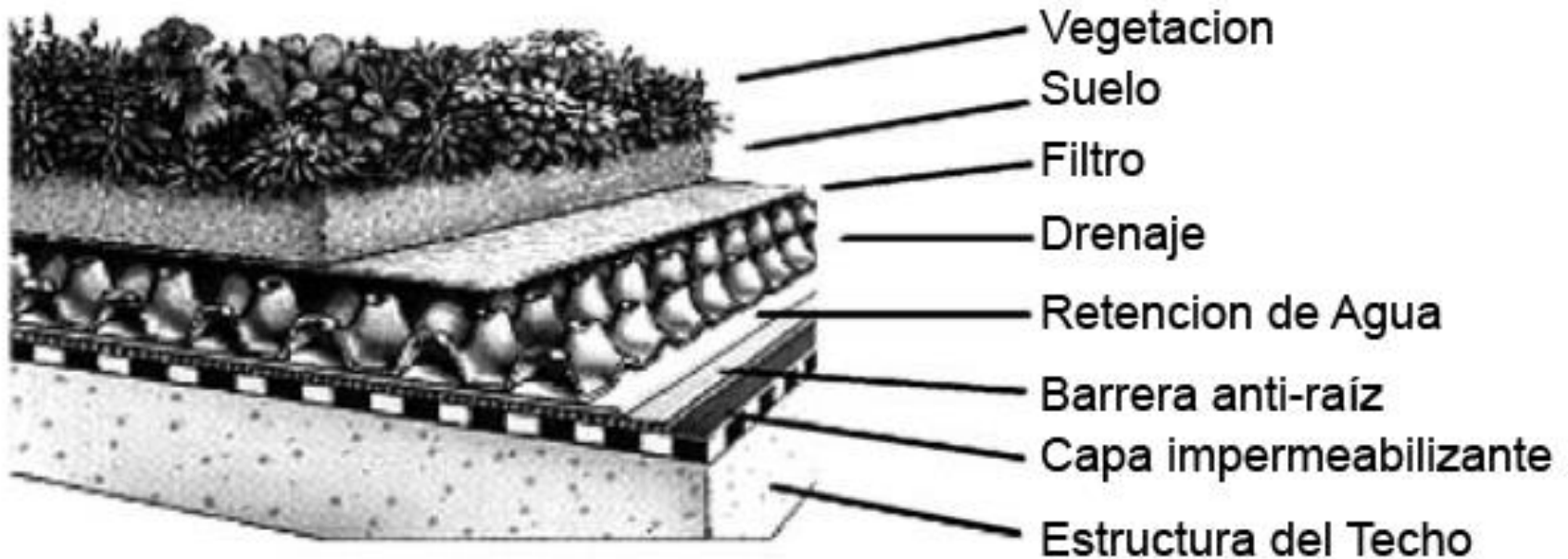


## Tipos de Techos Verdes

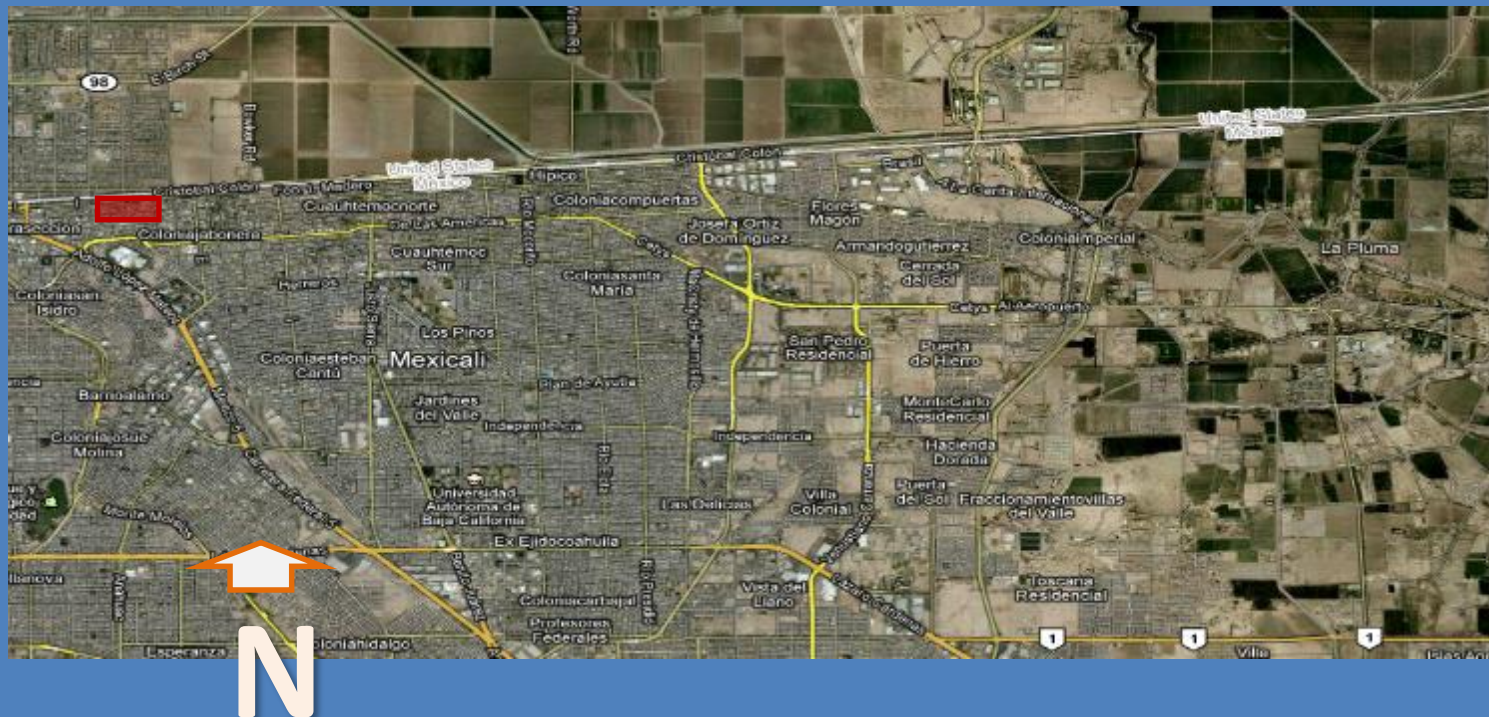
- Extensivo
- Intensivo



# + Componentes techo verde



# Localizacion



La ciudad de Mexicali se encuentra ubicada en las coordenadas  $32^{\circ} 39' 48''$  N,  $115^{\circ} 28' 04''$  O.

Los módulos se encuentran en la cuarta planta de un edificio ubicado en la esquina de calle C y Reforma



# Objetivo del cuasi-experimento

Comparar la diferencia de temperatura entre el interior de dos módulos de prueba con distintos techos y la temperatura del medio ambiente

+ Realizar mediciones de temperatura del medio ambiente, temperatura en el la parte superior del techo en la parte interior del techo y la temperatura del ambiente interior en al menos dos módulos.

Realizar mediciones de los fenómenos en el ambiente exterior.

Discutir, interpretar y comparar los resultados para sacar conclusiones.

Aplicar análisis estadístico para determinar la veracidad de la información recabada.



# + Metodología

<b>Diseño de Investigación</b>		
<b>Objetivo:</b> Determinar comportamiento termico de techo verde	<b>Parámetros:</b> Diferencias de temperatura, prueba t	<b>Método:</b> Monitoreo de temperaturas, análisis estadístico
<b>Cuasi-experimento</b>		
<b>Criterios de selección de vegetación</b>		<b>Características físicas del módulo de prueba</b>
<b>Monitoreo</b>		
<b>Normas ASTM</b>	<b>Criterios de selección de los instrumentos</b>	<b>Puntos de monitoreo en el módulo de prueba</b>
<b>Análisis comparativo</b>		
<b>Periodo cálido</b>		<b>Periodo de transición</b>
<b>Conclusiones</b>		



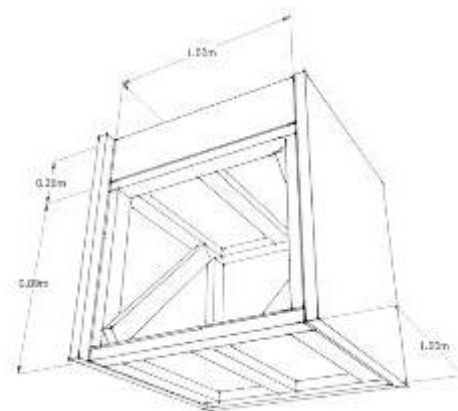
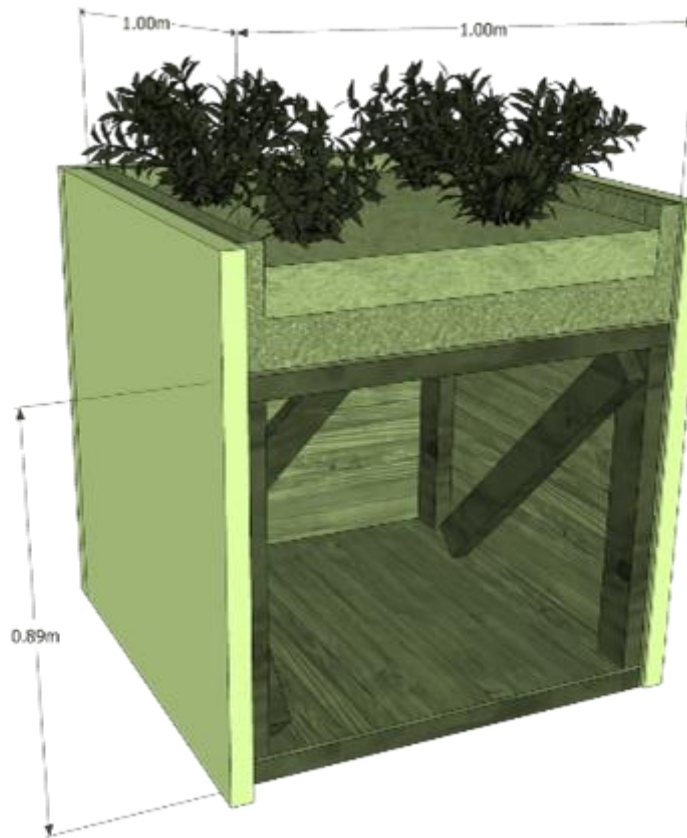
# Cuasi-experimento

La medición se realizó en dos temperaturas en dos módulos construidos en la azotea de un edificio de 4 pisos en la ciudad de Mexicali Baja California, en el cual se utilizaron 3 tipos de techo distintos los cuales fueron;

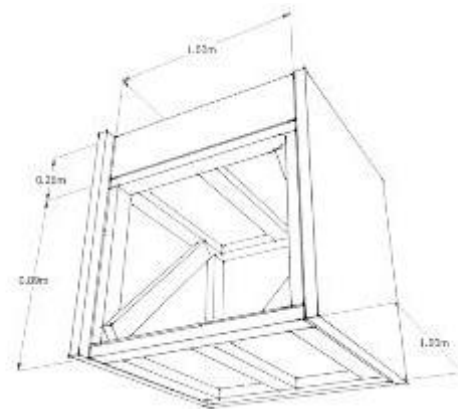
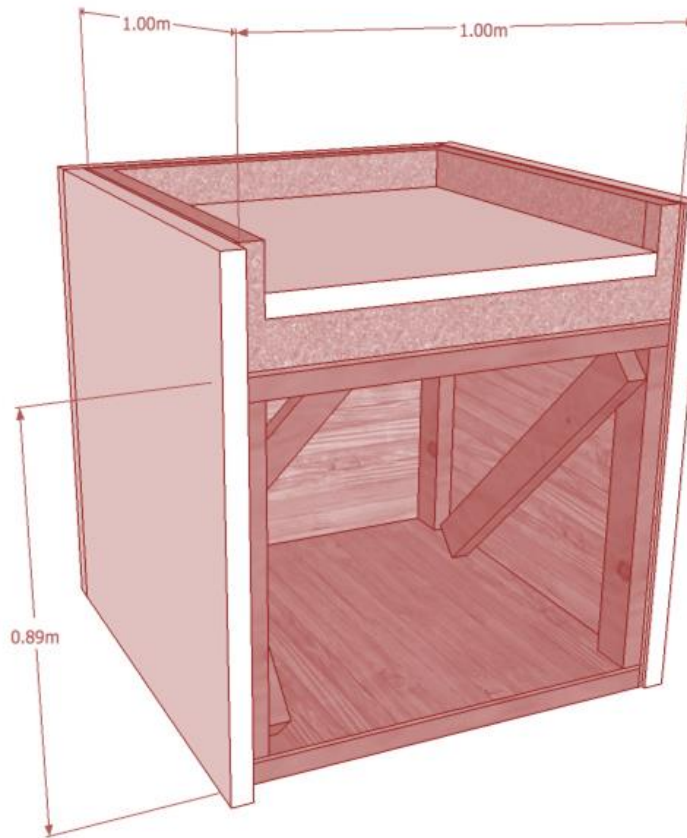
+ A) Módulo de poste metálico con hoja de yeso, cubierto por poliestireno de 5 cm, y 1 cm de mortero cemento-arena-cal, con techo de concreto 10 cm cubierto con 15 cm de tierra sobre la cual se colocó una capa de zacate san agustín, las dimensiones son 1.20mx1.20mx1.70m.

B) Módulo de poste metálico con hoja de yeso, cubierto por poliestireno de 5 cm, y 1 cm de mortero cemento-arena-cal, con techo de concreto 10 cm cubierto con hoja de poliestireno de 5cm. Las dimensiones son 1.20mx1.20mx1.40m.

# + Propuesta de módulo de pruebas



# + Propuesta de módulos de pruebas





# + Zacates utilizables



Características	Zacate Bermuda	Zacate San Agustín
Resistencia a la sequia	Mejor	Buena
Necesidad de Riego	Mayor	Media
Instalación	Menor Facilidad	Mayor Facilidad
Tamaño	Mayor Altura	Altura Media
Rudeza de Raíces	Fibras más delgadas	Fibras más gruesas
Poda	Cada 5 días	Cada 8 días
Resistencia al pisar	Mejor	Menor

# + Selección de la vegetación



# + Desarrollo módulos



# + Desarrollo módulos

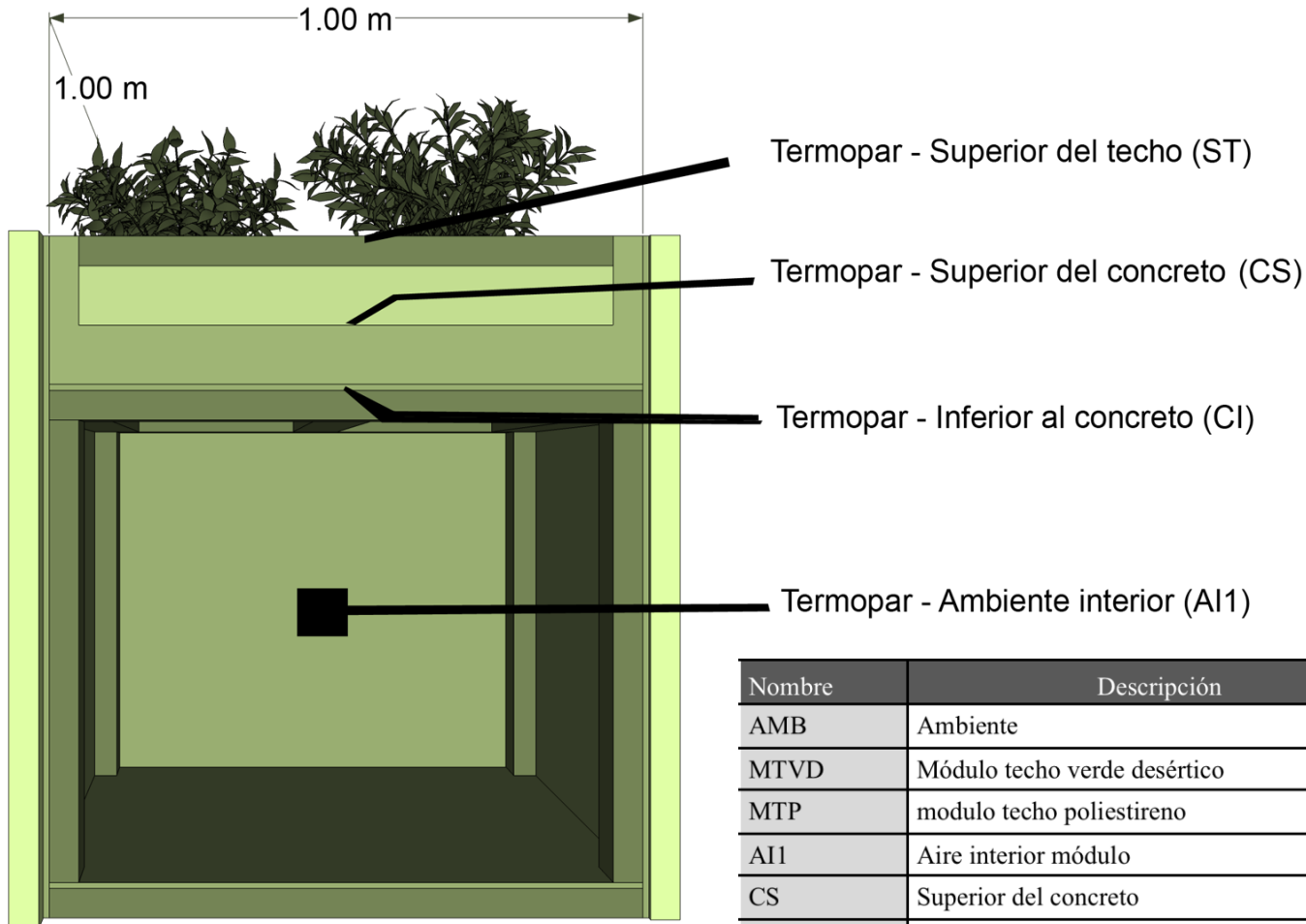




# + Vegetación

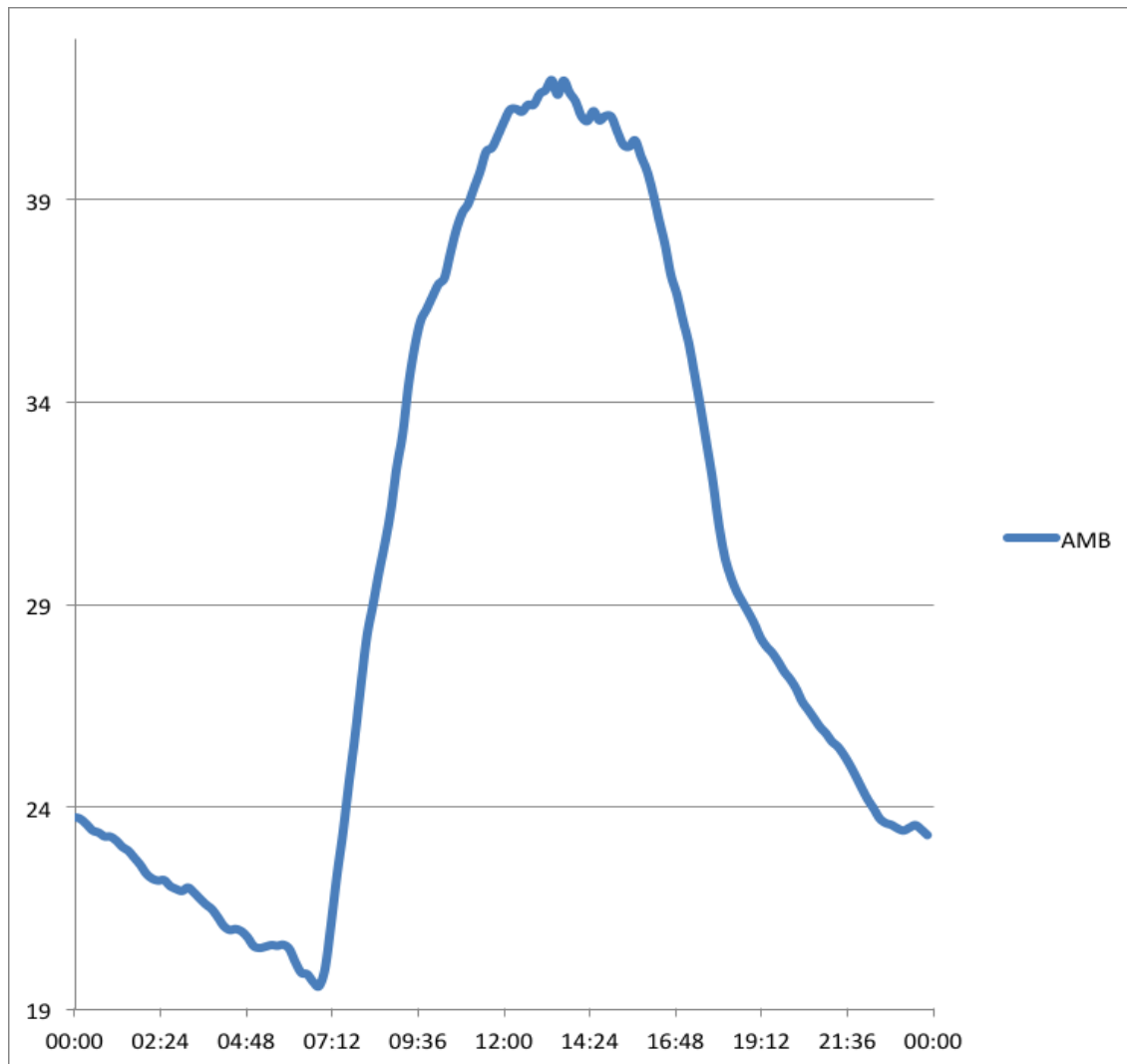


# + Sensores utilizados

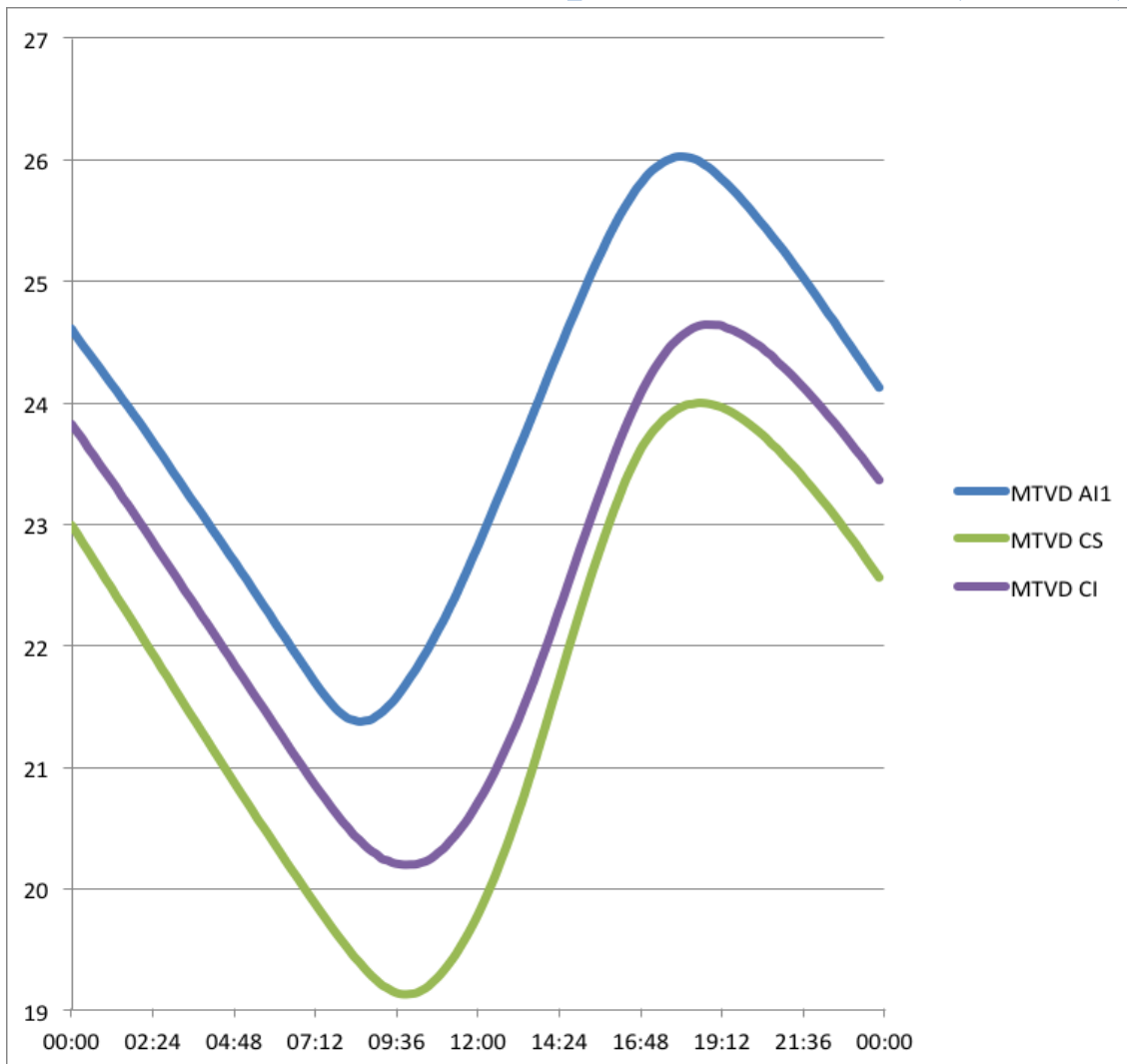


Nombre	Descripción
AMB	Ambiente
MTVD	Módulo techo verde desértico
MTP	modulo techo poliestireno
AI1	Aire interior módulo
CS	Superior del concreto
CI	Inferior al concreto

# Medio ambiente periodo cálido (AMB)

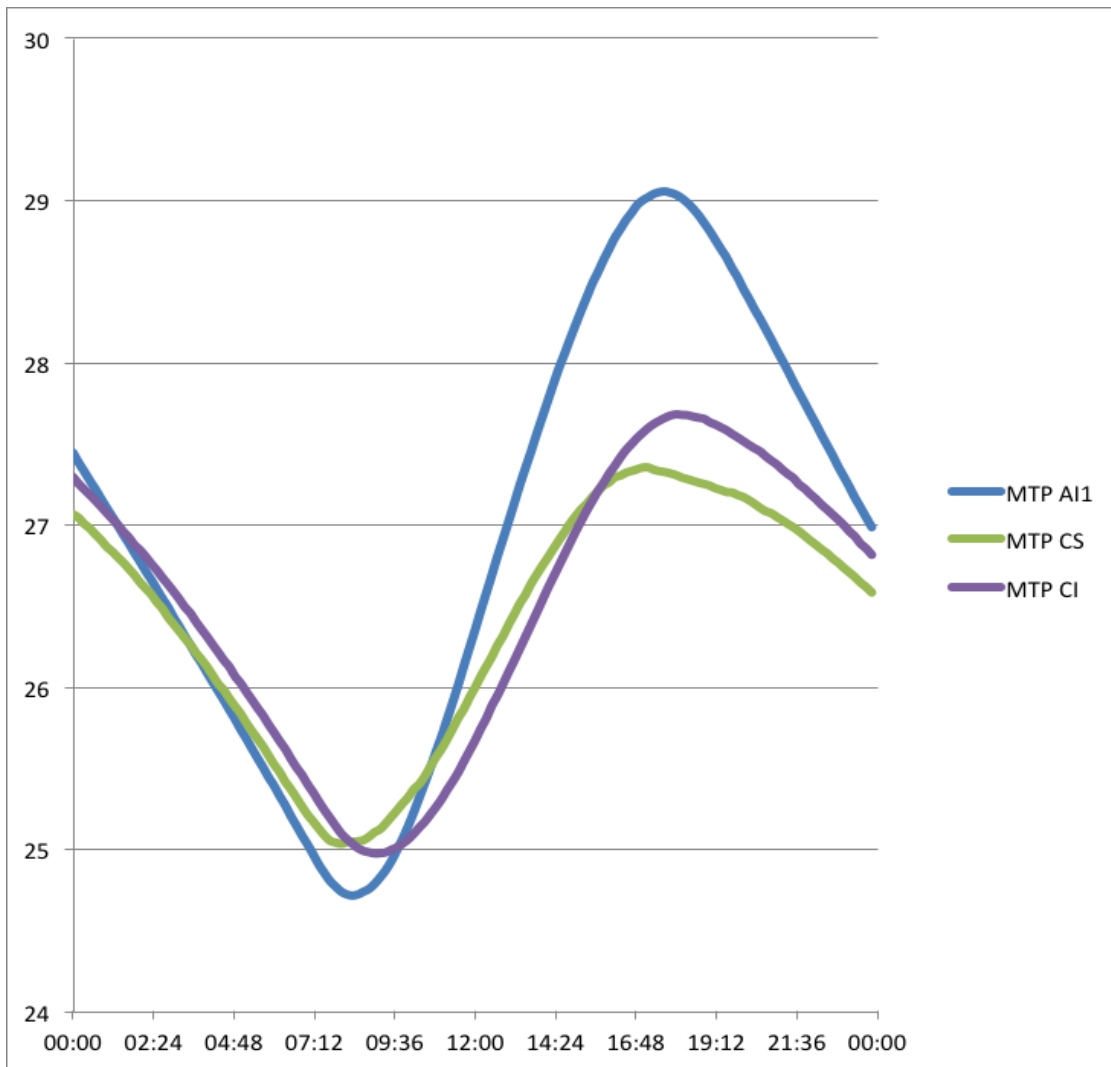


## Modelo techo verde periodo cálido (MTVD)





# Módulo techo poliestireno periodo cálido (MTP)

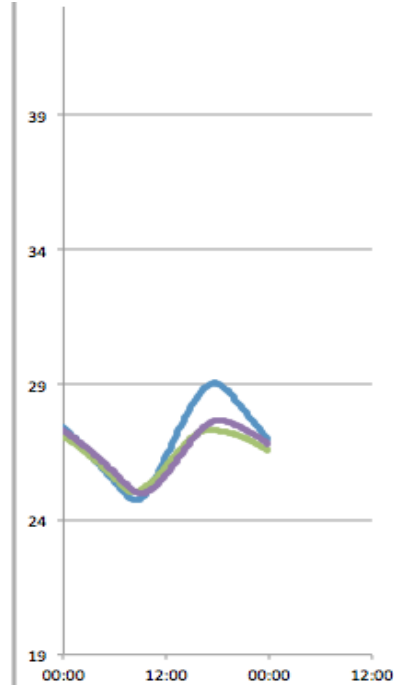
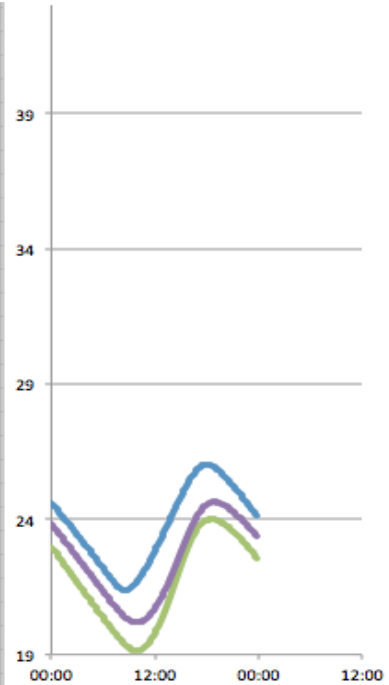
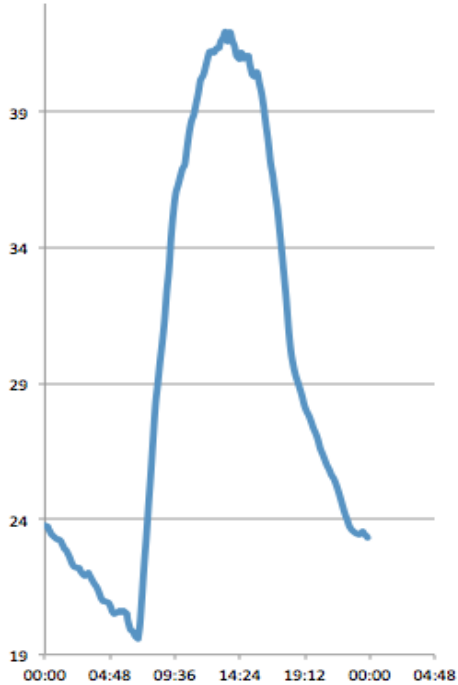


# + Diferencia de temperatura periodo cálido

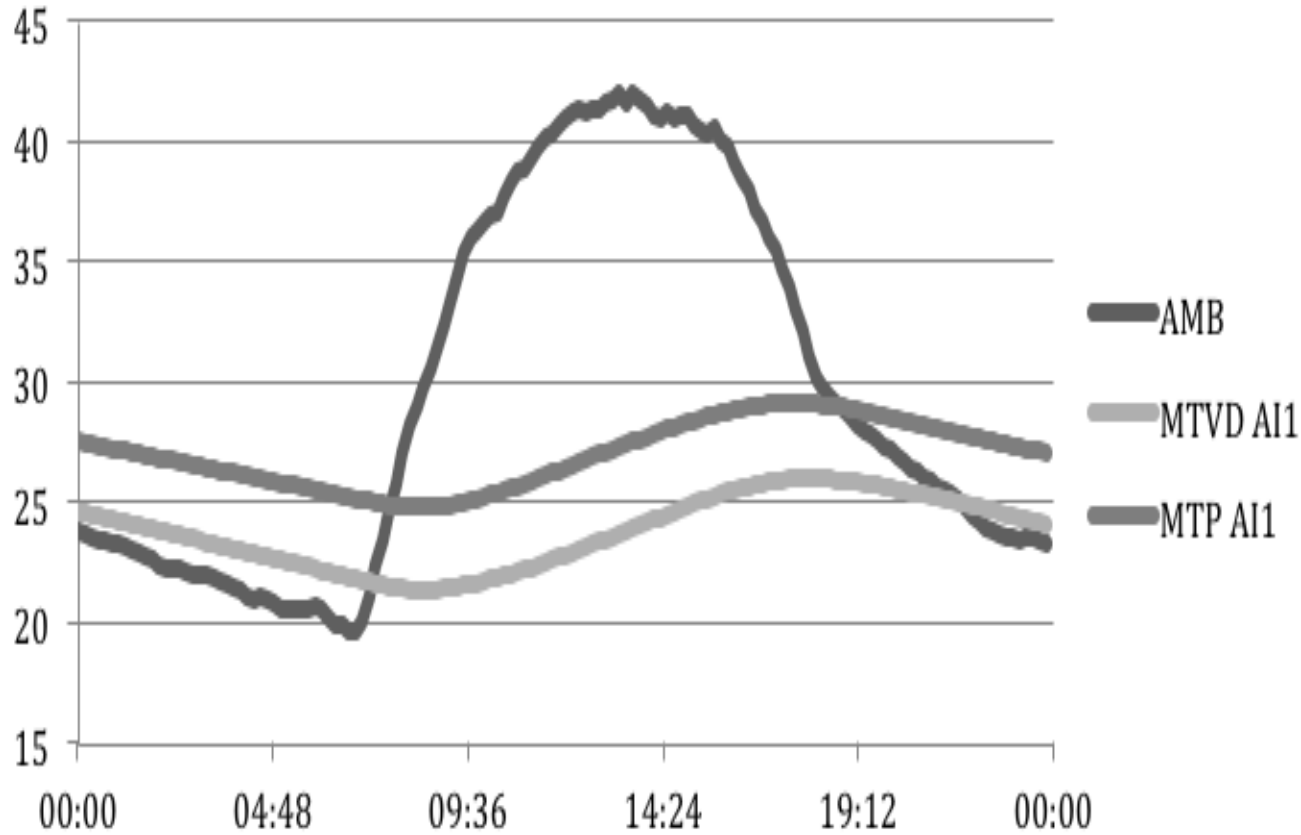
Tipo de dato	Sensor	Temperatura
Promedio	AMB	29.58
Promedio	MTVD AI1	23.79
Promedio	MTP AI1	26.94
Máxima	AMB	41.96
Máxima	MTVD AI1	26.02
Máxima	MTP AI1	29.06
Mínima	AMB	19.58
Mínima	MTVD AI1	21.38
Mínima	MTP AI1	24.72

Diferencia de Temperatura	
Sensores	Grados
Prom AMB - Prom MTVD AI1	5.78
Prom AMB - Prom MTP AI1	2.64
Max AMB - Max MTVD AI1	15.94
Max AMB - Max MTP AI1	12.90
Min AMB - Min MTVD AI1	-1.80
Min AMB - Min MTP AI1	-5.14

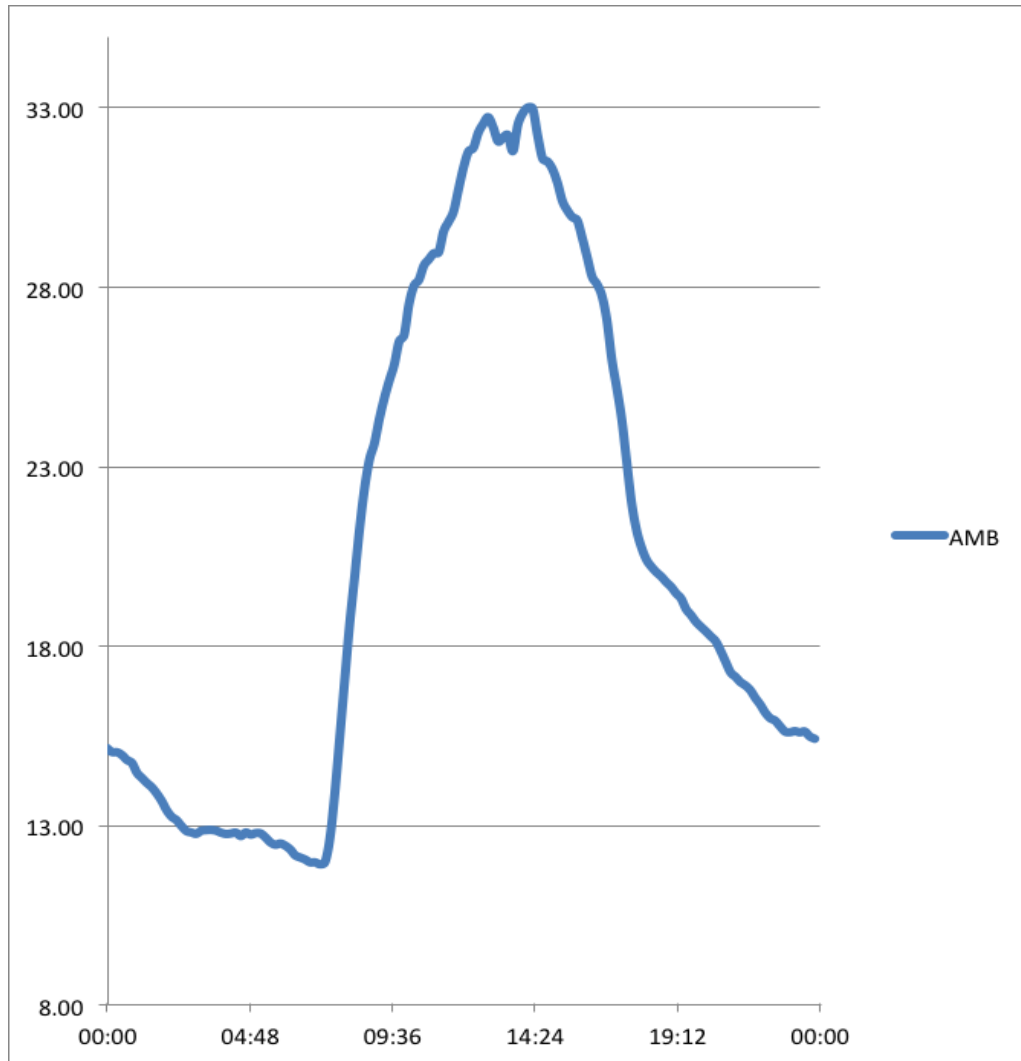
# + Comparación periodo cálido



## Comparación periodo cálido día tipo

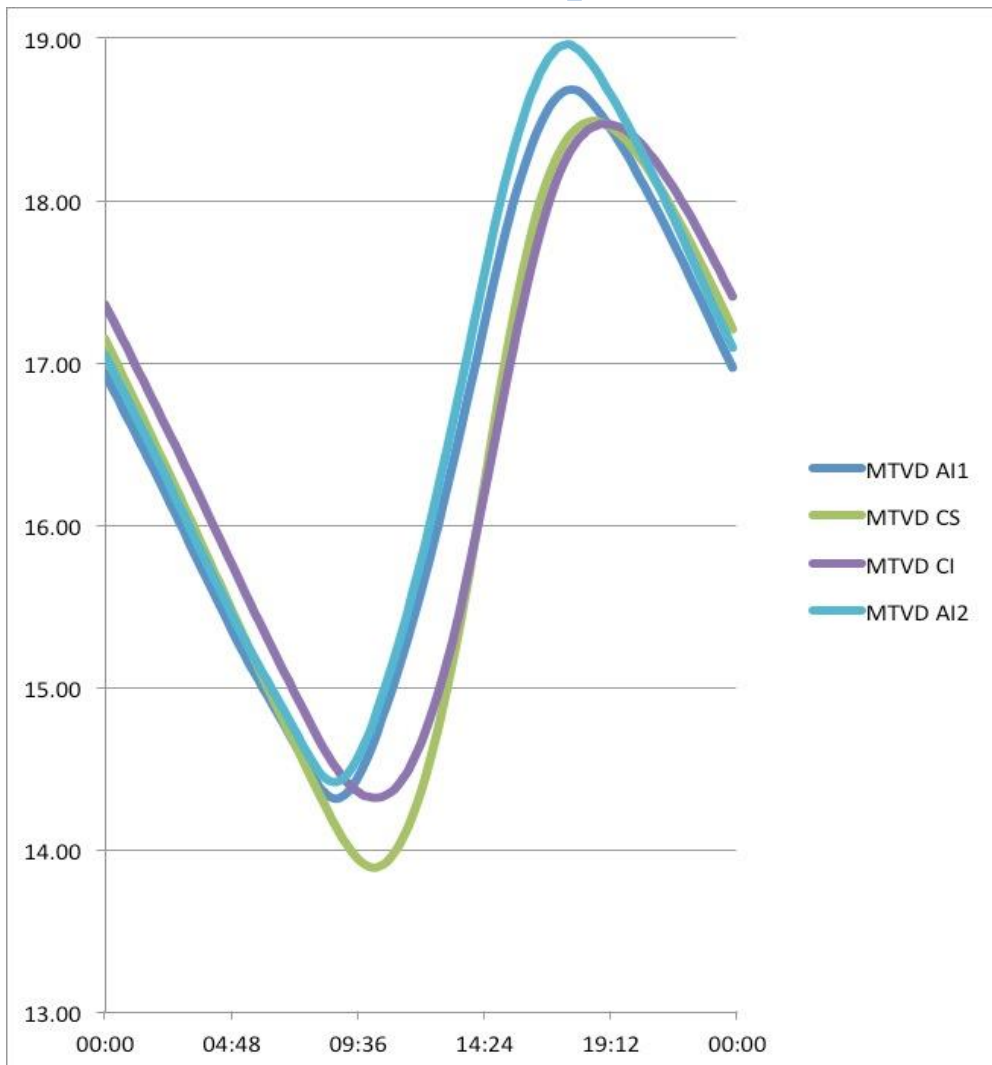


# Medio ambiente periodo de transición (AMB)

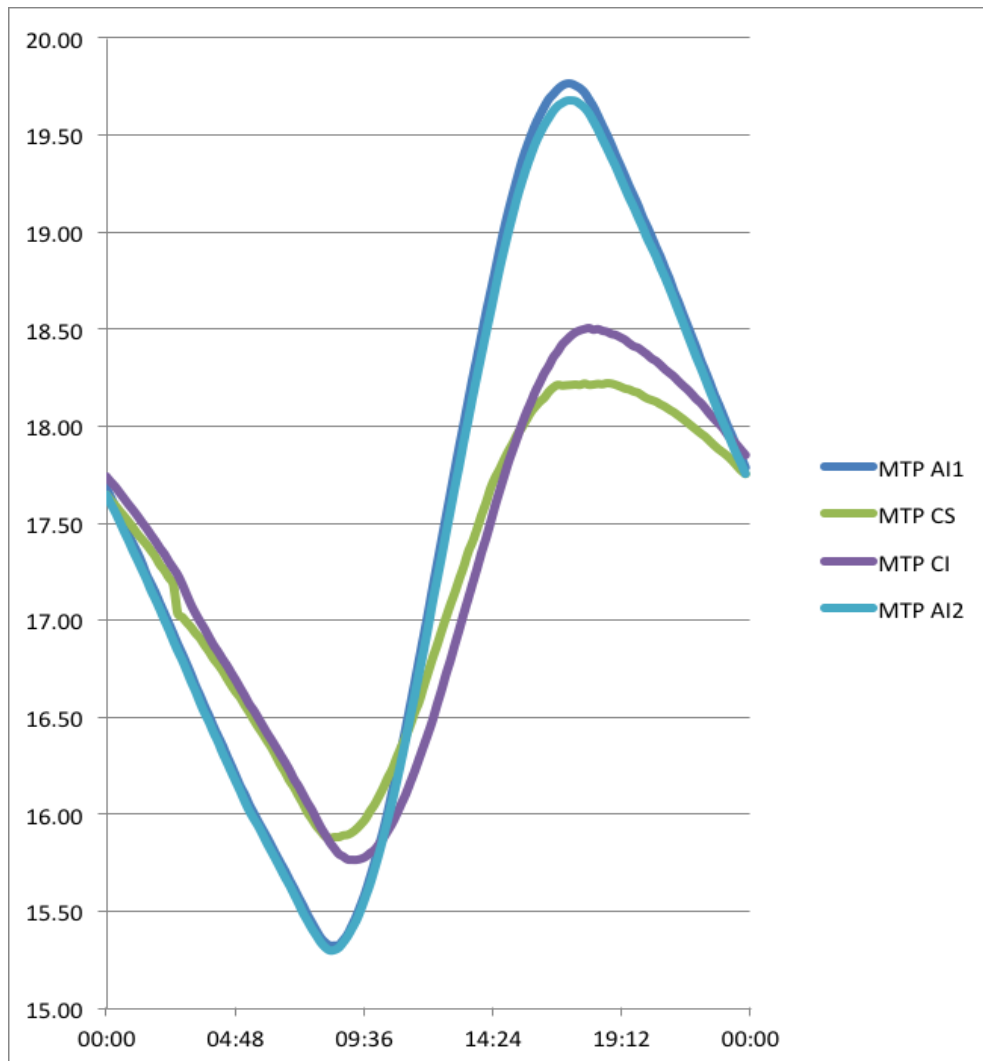




## Módulo techo verde periodo de transición (MTVD)



# Módulo techo poliestireno periodo de transición (MTP)



# + Diferencia de temperatura periodo de transición

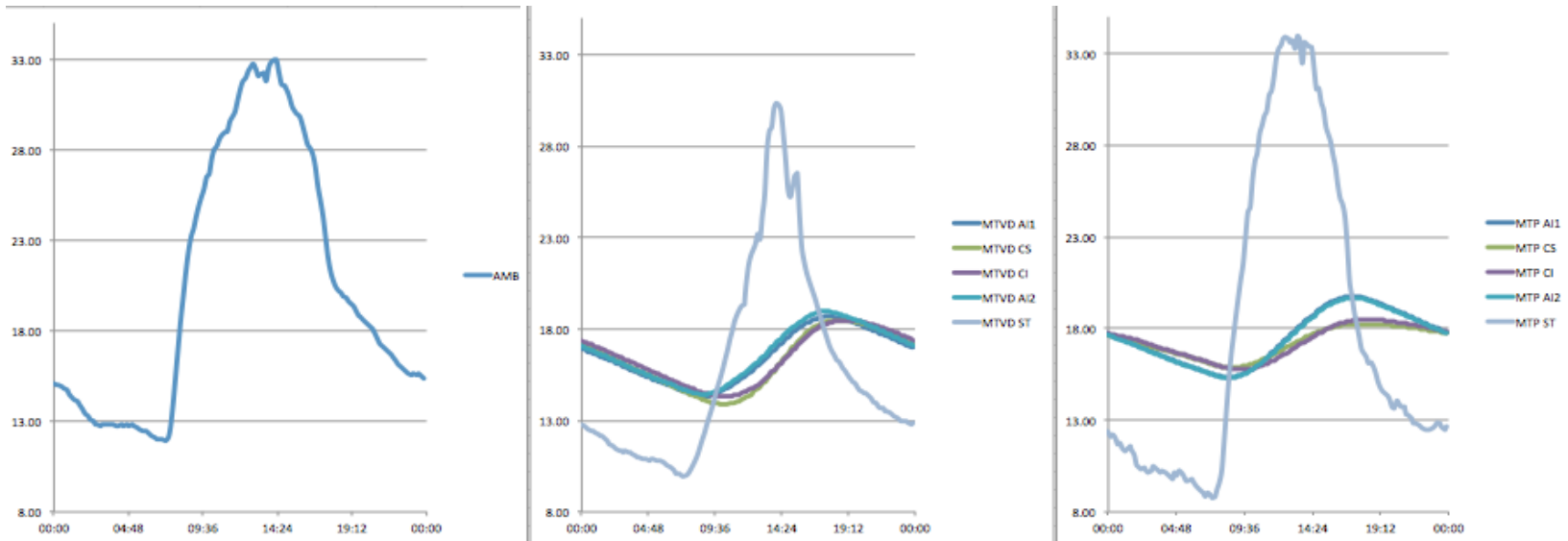


Tipo de dato	Sensor	Temperatura
Promedio	AMB	20.57
Promedio	MTVD AI1	16.51
Promedio	MTP AI1	17.53
Máxima	AMB	32.74
Máxima	MTVD AI1	18.68
Máxima	MTP AI1	19.76
Mínima	AMB	11.92
Mínima	MTVD AI1	14.32
Mínima	MTP AI1	15.32

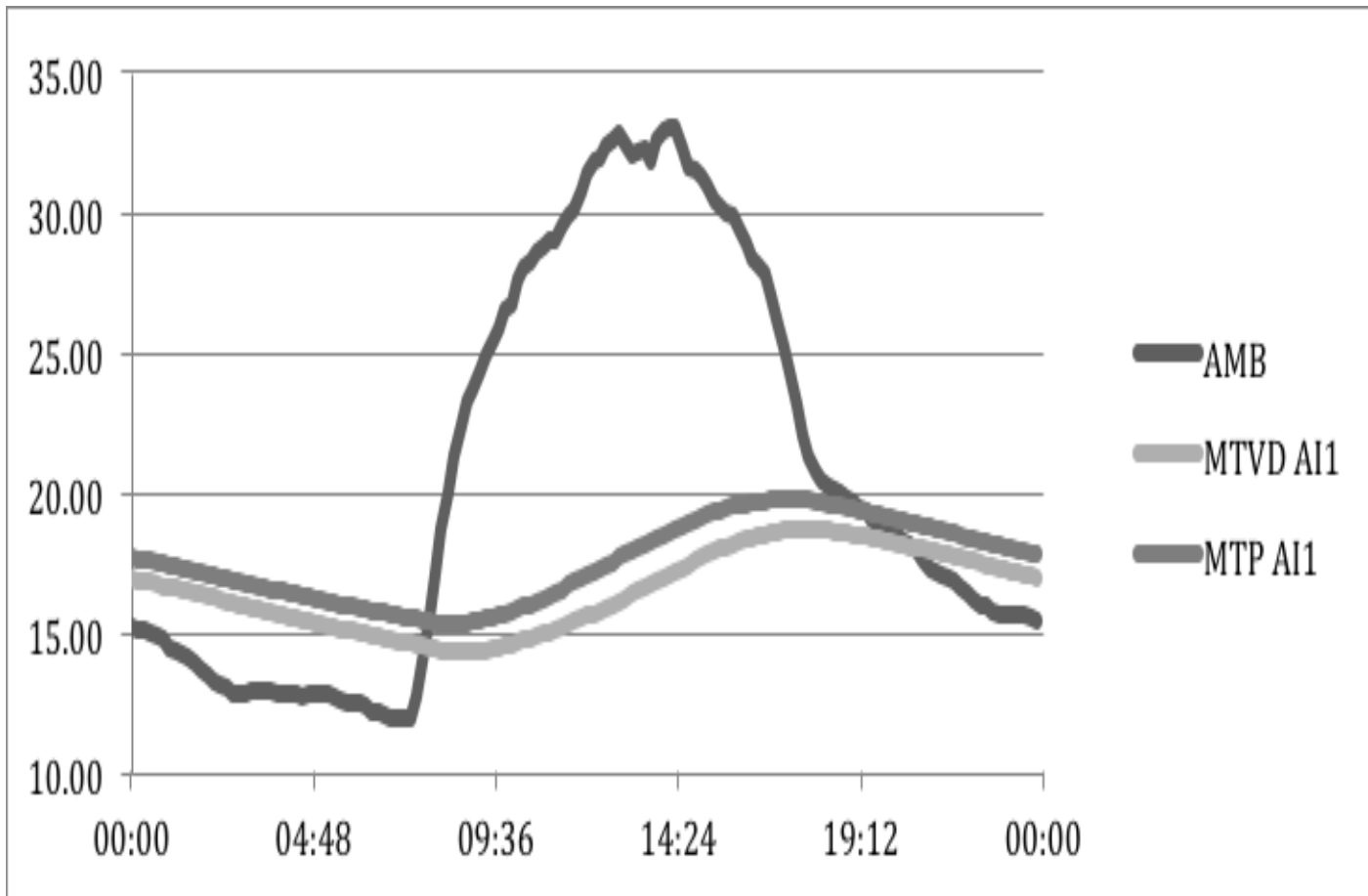
Diferencia de temperatura periodo cálido	
Sensores	Grados
Prom AMB - Prom MTVD AI1	4.06
Prom AMB - Prom MTP AI1	3.03
Max AMB - Max MTVD AI1	14.06
Max AMB - Max MTP AI1	12.98
Min AMB - Min MTVD AI1	-2.40
Min AMB - Min MTP AI1	-3.40



# Comparación periodo de transición



## Comparación periodo de transición día tipo





# + Conclusiones

La diferencia entre las temperaturas del interior y el ambiente es significativa por lo cual se demuestra que en ambos módulos, se acercan a condiciones de confort térmico con respecto al ambiente,

Al comparar las temperaturas del interior del módulo de techo verde demostró ser significativamente superior en cuanto a la reducción de temperatura con respecto al techo con poliestireno.

Es viable utilizar el techo verde en clima cálido seco extremo para estabilizar la diferencia de temperatura en interiores.

En clima cálido seco extremo el techo verde demostró tener mayor eficiencia en cuanto a la disminución del flujo de calor hacia el interior del módulo, tanto en periodo cálido como en el periodo de transición.

El análisis demostró que con un techo verde se puede obtener reducciones de temperatura del aire interior del módulo de prueba de 13°C a 15°C con temperaturas en el aire exterior de 41°C y de 10°C a 12°C con temperaturas en el aire exterior de 30°C.



# + Conclusiones

Es necesario continuar con la investigación donde se consideren factores que no entraron dentro de los alcances de la investigación y que puedan complementar el trabajo realizado.

Es necesario realizar un estudio de recuperación económica para la utilización del techo verde en comparación con los techos comúnmente utilizados.

Se recomienda realizar estudios con techos verde de mayor superficie, para poder medir el comportamiento; en una casa o una habitación con escala 1:1.





**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

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