

# El mundo después de París: construyendo el futuro

17-21 OCTUBRE 2016



**6<sup>to</sup>** Congreso Nacional  
de Investigación en  
Cambio Climático

“Análisis de propiedades termofísicas de arcilla-cascarilla de arroz,  
aplicado a muros en de viviendas de interés social en un clima  
cálido sub húmedo ”

Dr. Jorge Armando Ojeda Sánchez, Dr. Carlos J. Esparza López

Facultad de Arquitectura y Diseño

Universidad de Colima

Sede Centro Occidente

20 de Octubre del 2016





## INTRODUCCIÓN



- Análisis de propiedades termofísicas de arcilla-cascarilla de arroz, aplicado a muros en de viviendas de interés social en un clima cálido sub húmedo .
- Lo anterior exige desarrollar soluciones en diferentes campos, tales como el uso de energías renovables y desarrollo de materiales
- 
- La arquitectura no esta exenta de estos desarrollos, con materiales adecuados se puede minimizar las ganancias térmicas en climas cálidos, son necesarios para brindar condiciones de confort al habitante.
- - Lo anterior puede complementarse con estrategias bioclimáticas pasivas



## INTRODUCCIÓN



- La industria de la construcción es una de las que mayor impacto tiene en el entorno natural, por lo que los sistemas constructivos representan un consumo energético considerable.
- Es necesario desarrollar sistemas constructivos con una mínima huella de carbono y bajo impacto ambiental
- En este contexto, el uso de materiales y técnicas tradicionales, con materiales locales, representan una alternativa para ser adaptados con los materiales existentes, de tal manera que se puedan utilizar a favor de las envolventes
- Las propiedades termo-físicas de los materiales representan la mayor ventaja en el desarrollo de sistemas para evitar las ganancias térmicas al interior de un espacio habitable
- En el estado de Colima, se genera, como desecho orgánico diversos materiales como la fibra de coco, la cascarilla de arroz, la zafra de la caña de azúcar



## Cascarilla de Arroz



-La cascarilla de arroz generalmente es utilizada como combustible por su alto valor calorífico, aproximadamente de 16.720 [KJ/kg], la quema de este producto agroindustrial provoca la emisión de gases contaminantes. (Tomas Serrano, 2012)

-La inclusión de la cascarilla de arroz, con un tratamiento adecuado, al incorporarse al cemento, produce un material aligerado y poroso permitiendo su uso para componentes de construcción livianos, aislantes térmicos. (Tomas Serrano, 2012)

- En el presente trabajo se propone el uso de la cascarilla de arroz en combinación con cemento mortero determinando sus características termofísicas, como la conductividad térmica, la densidad y la capacidad térmica específica

- A partir de los datos medidos se analizan mediante el software Design Builder® para dos sistemas constructivos, un muro convencional y un muro hecho de cemento-arena-cascara de arroz para determinar su desempeño térmico en un clima cálido sub-humedo como el del Estado de Colima.



## Metodología de Medición



- Para determinar las propiedades termicas del cemento- arena- cascara de arroz, se construyo una probeta de dimensiones 0.06x0.085x0.09 m. en una proporción 1:3:4.
- Las propiedades se midieron con un conductivimetro marca KD2PRO de Decagon Devices en el Laboratorio de Bioclimática de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Colima.
- Para las mediciones en el material se utilizó el sensor SH-1 de aguja doble de 1.3 mm. de diámetro y 3 cm. de longitud
- Se realizaron dos orificios de 1/16 " ( 1.5875 mm.) espaciados 6 mm. en la probeta para insertar el sensor SH-1 con un compuesto polisintético para facilitar el contacto térmico entre el sensor y el material

## Probeta de prueba



a) Probeta de cemento-arena-cascara de arroz



b) Conductivimetro KD2PRO

## Rango y Exactitud



	Rango	Exactitud
Conductividad térmica [W/mK]	0.02 a 2.00	± 10%
Difusividad térmica [mm <sup>2</sup> /s]	0.1 a 1	± 10% a conductividades arriba de 0.1 [W/mK]
Calor específico volumetrico [MJ/m <sup>3</sup> K]	0.5 a 4.0	± 10% a conductividades arriba de 0.1 [W/mK]

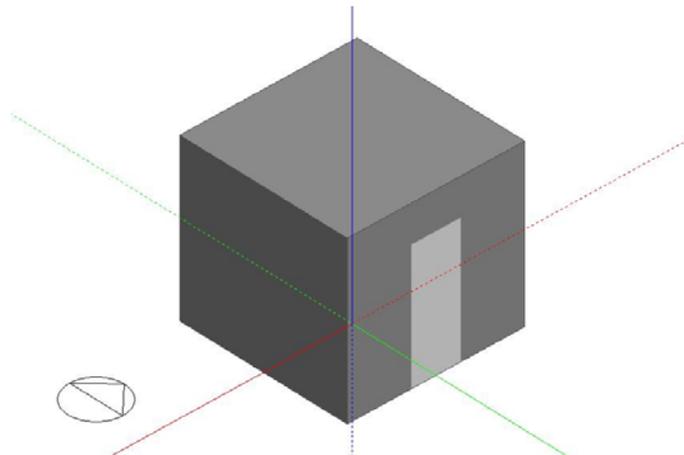
## Datos obtenidos

Conductividad térmica	0.195 [W/mK]
Difusividad térmica	0.234 [mm <sup>2</sup> /s]
Calor específico volumetrico	0.834 [MJ/m <sup>3</sup> K]

## Simulación Design Builder



- Mediante el software Design Builder se implementaron dos sistemas constructivos: muro convencional y un muro de cemento-arena-cascarilla de arroz
- El modulo de simulación tiene las dimensiones de 2.7 x 2.7 x 2.7 metros, las dimensiones fueron seleccionadas a partir de las medidas mínimas requeridas por el reglamento de construcción de la Cd. de Colima para considerar un espacio habitable (Instituto de Planeacion para el Municipio de Colima , 2014),

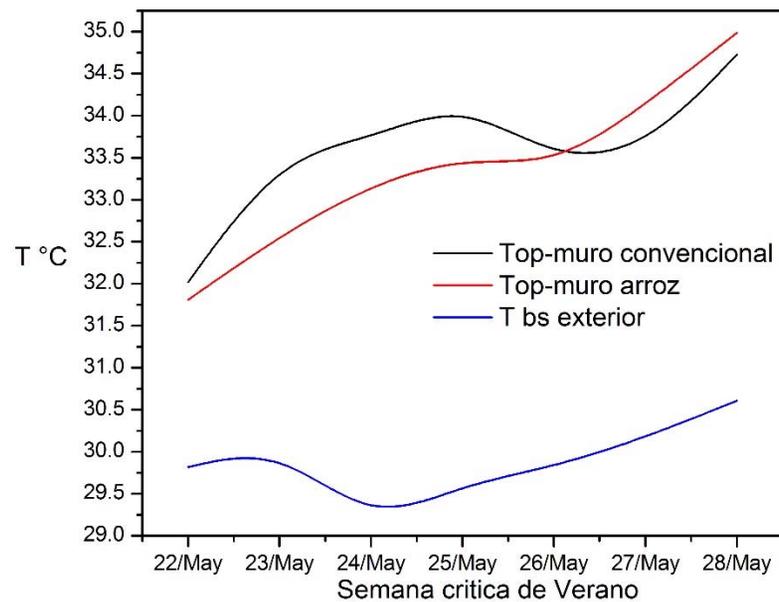


## RESULTADOS: Modulo Simulación

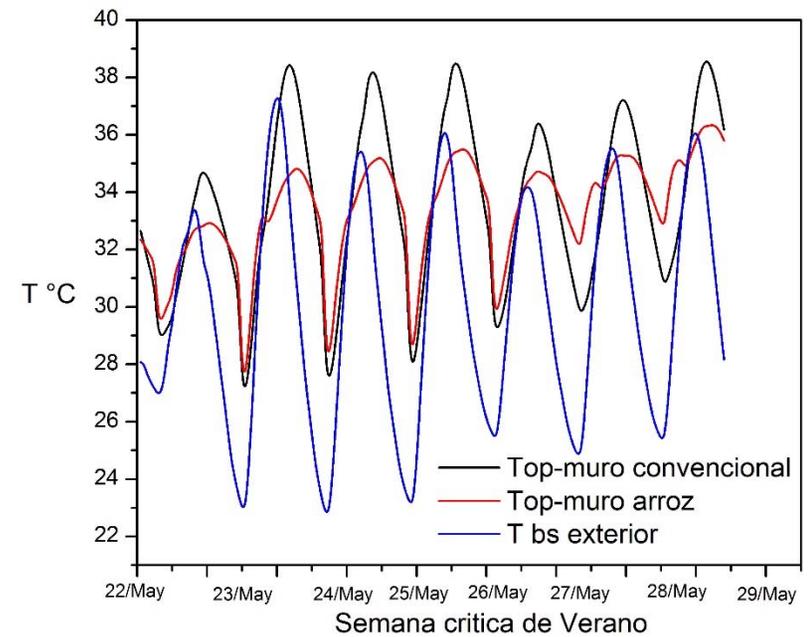


A partir de la simulación se obtuvieron los siguientes resultados

Temperatura Operativa al interior del modulo



Datos de Temperatura por hora

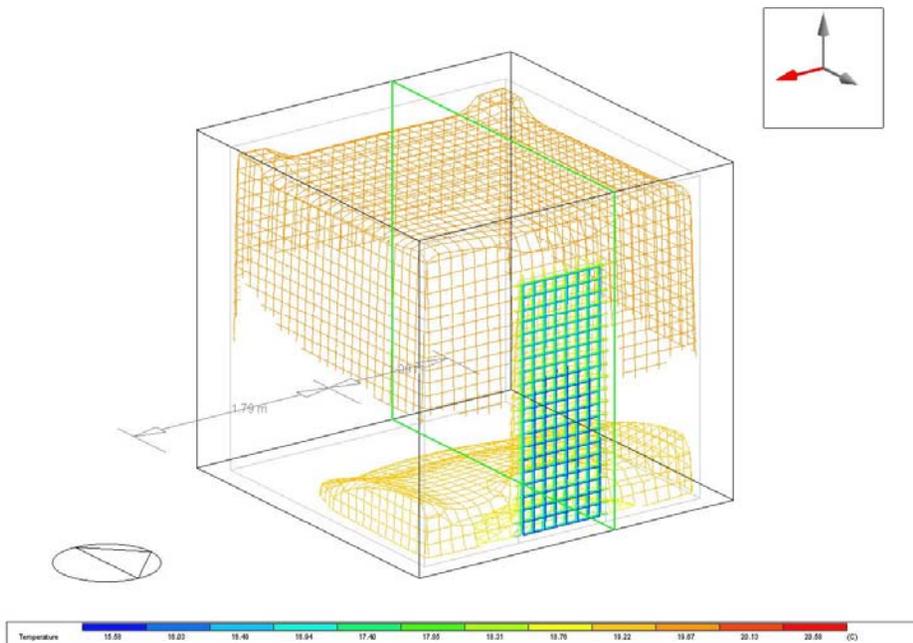


## RESULTADOS:Modulo CFD

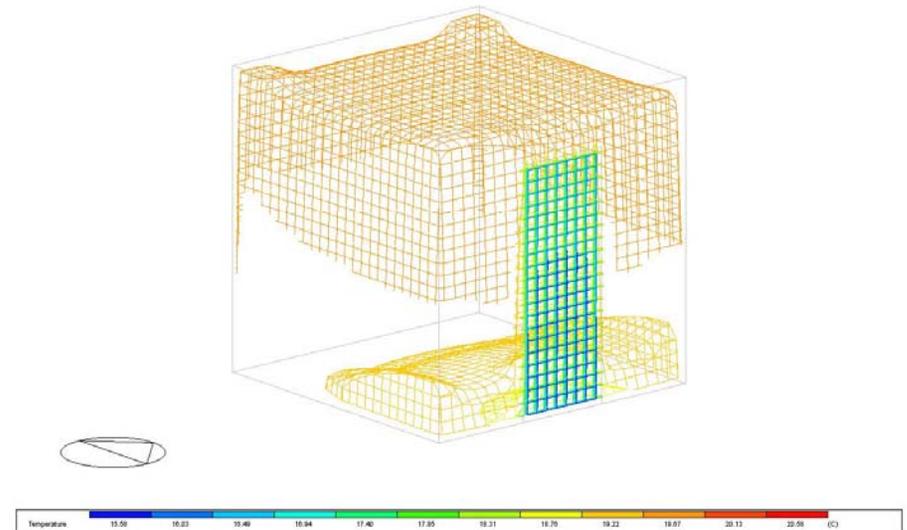


Los resultados obtenidos mediante el modulo CFD de Design Builder son los contornos 3D de Temperatura y cortes al centro del espacio

Contornos 3D



a) Contorno para modulo convencional

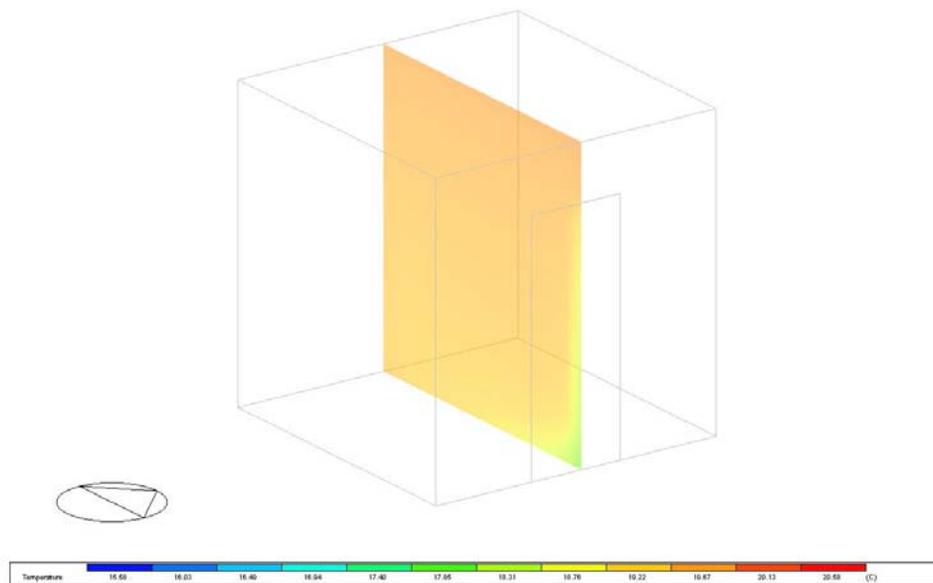


b) Contorno modulo propuesto

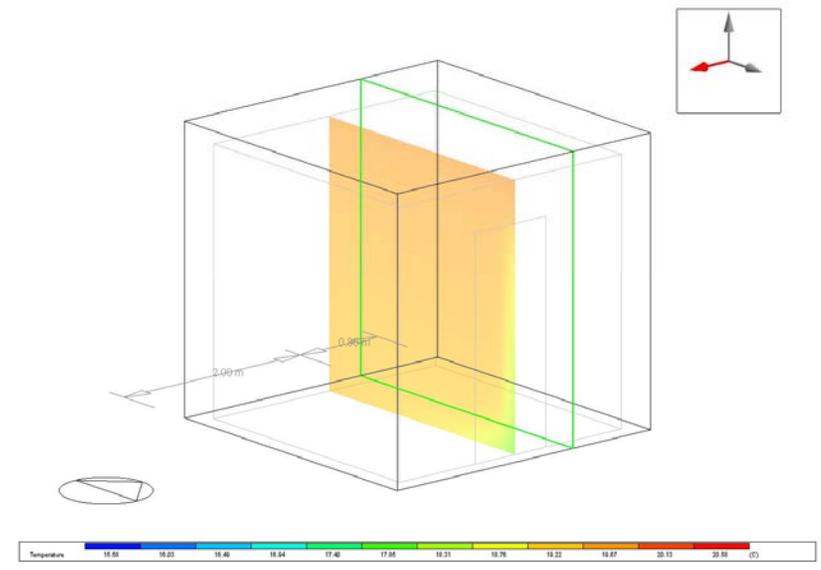
## RESULTADOS: Modulo CFD



Cortes al centro del espacio



a) Corte modulo convencional



b) corte modulo propuesto



## Conclusiones



-En el presente trabajo se determinarán las propiedades termofísicas de un material compuesto de cemento-arena-cascara de arroz

-Sus propiedades presentan una posibilidad de aplicarse con materiales actuales, para ofrecer alternativas congruentes con un clima que esta siendo afectado por la actividad humana.

-El análisis del desempeño térmico a partir de Design Builder<sup>®</sup> permite analizar diferentes combinaciones de materiales, lo que complementa un ejercicio de investigación y de evaluación energética.

-La grafica de temperatura operativa del muro propuesto, muestra una temperatura superior a la del ambiente, es menor que la temperatura operativa de un muro convencional, que aunado a estrategias bioclimáticas, pueden ser un elemento complementario para alcanzar condiciones confortables al habitante de viviendas de interés social o bien ser implementadas en casas ya existentes mediante módulos que funcionen como aislantes naturales construidos a partir de materiales orgánicos de desechos agrícolas.



## REFERENCIAS



Adrian Bejan, S. L. (2008). *Design with Constructal Theory*. John Wiley & Sons.

Decagon. (2014). KD2PRO User Manual. Washington, USA: Decagon Devices.

Gritsada Sua-iam, P. S. (2016). Novel ternary blends of Type 1 Portland cement, residual rice husk ash, and limestone powder to improve the properties of self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 125, 1028-1034.

Instituto de Planeacion para el Municipio de Colima . (2014). *Reglamento de Construcción para el Municipio de Colima* . Colima .

Mafla, A. (2009, Junio). Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. *Inventum*(6), 74-78.

Ordoñez, A. (2014). *Manual de Design Builder en Español* . Mexico : Sol Arq.

Sylvie Lorente, A. B. (2002). Combined 'flow and strength' geometric optimization: internal structure in a vertical insulating wall with air cavities and prescribed strength. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 45, 1-8.

Tomas Serrano, M. V. (2012). Morteros aligerados con cascarilla de arroz: Diseño de mezclas y evaluación de propiedades. *DYNA*, 79(175).



## CONTACTO



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO – UNIVERSIDAD DE COLIMA

DR. JORGE ARMANDO OJEDA SANCHEZ [jojeda1@ucol.mx](mailto:jojeda1@ucol.mx)

DR. CARLOS JAVIER ESPARZA LOPEZ [cesparza@ucol.mx](mailto:cesparza@ucol.mx)

