

## DISEÑO DE UN CONCRETO DIATERMICO

1 Soto Gómez Wilfredo, 2 López Ramírez Miguel Ángel  
Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de Tijuana  
1 departamento Ciencias de la Tierra  
2 departamento de Sistemas Computacionales  
Calzada Tecnológico s/n Fraccionamiento Tomas Aquino  
Tijuana Baja California México  
6643750914  
[sotogomezwilfredo@yahoo.com](mailto:sotogomezwilfredo@yahoo.com)  
[mlopez@tectijuana.edu.mx](mailto:mlopez@tectijuana.edu.mx)

### RESUMEN.

El proyecto presentado, "concreto diatérmico" es la continuación del desarrollo de materiales diatérmicos para la industria de la construcción, que incluyen, bloques diatérmicos, pegamento y emplastes diatérmicos, desarrollados por los autores. Utilizaremos la experiencia adquirida en el diseño y elaboración de estos materiales diatérmicos, ya desarrollados y utilizados en construcciones, con título y registros de patente, ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

El "concreto diatérmico", que se utilizará en la elaboración de techos cementados, en azoteas, de una construcción de residencias habitacionales, de alto y bajo costo, consiste en una mezcla de grava, arena, cemento portland de alta resistencia, agua y un agregado que permite sellar la porosidad o huecos entre sus diversos componentes, que permitirá la impermeabilidad y baja conductividad térmica, que pueden utilizarse como azoteas verdes.

**Palabras Clave:** Concreto diatérmico, flujo de calor, condiciones de confort, materiales de construcción.

### ABSTRACT.

The project presented, "diathermic concrete" is the continuation of the development of diathermic materials for the construction industry, which include diathermic blocks, glue and diathermic plasters, developed by the authors. We will use the experience acquired in the design and elaboration of these diathermic materials, already developed, and used in constructions, with title and patent registrations, before the Mexican Institute of Industrial Property (IMPI).

The "diathermic concrete", which will be used in the elaboration of cemented roofs, in roofs, of a construction of residential residences, of high and low cost, consists of a mixture of gravel, sand, high strength Portland cement, water and a aggregate that allows sealing the porosity or gaps between its various components, which will allow impermeability and low thermal conductivity, which can be used as green roofs.

**Keywords:** diathermic concrete, heat flow, conditions of comfort, construction materials.

### 1. INTRODUCCION

El concreto es una mezcla de piedras (grava), arena, agua y cemento, que, al solidificarse, constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La

combinación entre la arena, el agua y el cemento, en algunos países latinoamericanos, se les conoce como morteros, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.

El material de construcción más utilizado en el mundo es sin duda el concreto. Su composición en medida y uso adecuado es el más sólido, es el que se utiliza para edificar y crear superficies fuertes, como pisos y paredes. Es completamente rígido, por lo que no permite ningún tipo de flexibilidad luego de estar seco o sólido. Cuando se combina con acero, se le denomina hormigón armado.

Todos los componentes del concreto y hormigón, provienen de un recurso natural, no renovable y cada día disminuyen en el planeta, su inventario, por lo que se hace necesario eficientizar su uso, dándole otras funciones, como la generación de oxígeno, a través de las plantas, que es la función de las azoteas verdes, además de una belleza de paisaje al urbanismo y que cada vez que volteemos nuestras miradas, hacia lo alto de un edificio, tomemos conciencia de la preservación de la vida en nuestro entorno de hábitat, sin necesidad de ir a un bosque o a las pocas reservas naturales, que nos quedan y aún estamos a tiempo de preservar.

El cambio climático global, debido entre otros muchos factores, a la falta de una cultura de conservación y eficientizarían de los recursos naturales, muy a pesar de reglamentos, normas, leyes, etc., propuestas por legisladores y gobernantes grupos de sociedades no gubernamentales y publicadas en los diarios oficiales de los diferentes niveles de gobierno, en todo el mundo, a favor de la conservación del medio ambiente Se hace necesario conservar y fomentar el uso de nuevas tecnologías, para preservar la sustentabilidad en el planeta. El objetivo general es diseñar y desarrollar una mezcla de concreto, de nueva generación, que innove y mejore las propiedades de impermeabilidad y conductividad térmica del concreto cementado convencional, para ser utilizado en azoteas verdes.

Los objetivos específicos son:

-Caracterizar mediante pruebas de impermeabilidad, conductividad térmica y resistencia mecánica, diferentes

composiciones de porcentajes de arena, grava, cemento Portland de alta resistencia, agua, y un agregado.

-Obtener la mezcla de concreto cementado, con un agregado, más eficiente en sus propiedades de impermeabilidad, conductividad térmica y resistencia mecánica, para reivindicarlas en un registro de patente, ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

## 11. METODOLOGIA

Un techo verde, azotea verde o cubierta ajardinada en el techo de un edificio, que esta total o parcialmente cubierto de vegetación, ya sea en el suelo o en un medio de cultivo apropiado, con una membrana impermeable. Pueden incluir otras capas que sirven para drenaje o irrigación y como barrera para raíces.

En las azoteas verdes convencionales, se colocan tres membranas, y una capa de tierra de quince en su parte superior, del concreto, como se muestra en la Figura No.1



Figura No.1 Componentes de una azotea verde

Nuestra hipótesis, es de que, si realizamos mecánicamente de una manera eficiente, una mezcla de arena, grava, cemento Portland de alta resistencia, agua y un agregado, se rellenarán los huecos o poros de una mezcla de componentes, de densidades diferentes, que evitara el flujo de humedad, haciéndolo más impermeable a la humedad y de baja conductividad térmica, que cumpla la norma mexicana de resistencia mecánica del concreto cementado.

El "concreto diatérmico", que se utilizará en la elaboración de techos cementados, en azoteas, de una construcción de

residencias habitacionales, de alto y bajo costo, consiste en una mezcla de grava, arena, cemento portland de alta

resistencia, agua y un agregado que permite sellar la porosidad o huecos entre sus diversos componentes, que permitirá la impermeabilidad y baja conductividad térmica, que pueden utilizarse como azoteas verdes.

En lozas, para la preparación de una mezcla de concreto diatérmico,  $f'c$  100 kg/cm<sup>2</sup> se requiere de: 1 saco de cemento de cuarenta y dos kilos, 6 ½ botes de arena, 7 botes de grava tamaño ¾, 2 botes de agua un saco de cemento, cinco botes de arena 2 botes de agua y un porcentaje determinado de un agregado, a base de hule molido, malla 20. Los botes que contienen la rena, la grava y agua, son de aproximadamente de 20 litros.

La resistencia a la compresión simple: es la característica mecánica más importante de un concreto y se utiliza normalmente para medir su calidad. La calidad de los agregados es un factor determinante de la resistencia del concreto.

Debemos seleccionar minuciosamente el porcentaje más adecuado de agregado, con respecto a los demás componentes de la mezcla, a través de corridas de pruebas con diferentes porcentajes de sus componentes, realizando pruebas de impermeabilidad, conductividad térmica y resistencia mecánica, pues a diferencia de los morteros como los emplastos diatérmicos y el bloque diatérmico, se presentan mayor cantidad de huecos o porosidad, por la densidad de la grava, que es de mayor tamaño, y sus densidades de sus componentes, son heterogéneas.

Además de que el concreto diatérmico, será colocado en la parte superior de la construcción, y la humedad relativa del aire a bajas temperaturas, cuando alcanza el punto de rocío, el agua de riego y el agua de lluvia, tendrá mayor facilidad de escurrir, por la posición de la azotea con respecto a los otros componentes de la construcción.

Es muy importante definir el grado de inclinación del techo, para facilitar este escurrimiento de agua a través de drenes, para evitar el encharcamiento y dándole al techo eficiencia, en la movilidad de sus ocupantes, haciendo hincapié, que se localiza en la parte superior de la construcción.

## III RESULTADOS EXPERIMENTALES

En nuestro proyecto de diseño de un concreto diatérmico, aun no tenemos registrados resultados experimentales. Nos estamos basando en nuestra experiencia obtenida en Productos cementados diatérmicos, que hemos desarrollado en la industria de la construcción y en nuestra hipótesis: de que si realizamos mecánicamente de una manera eficiente, una mezcla de arena, grava, cemento Portland de alta resistencia, agua y un agregado, se rellenarán los huecos o poros de una mezcla de componentes, de densidades diferentes, que evitara el flujo de humedad, haciéndolo más impermeable y de baja

conductividad térmica, que cumpla la norma Mexicana de resistencia mecánica del concreto cementado.

Se realizó una mezcla de concreto armado con resistencia mecánica de  $150 \text{ kg/cm}^2$  que consiste en arena, cemento, grava de  $\frac{3}{4}$ ", y agua. Y una mezcla de concreto armado con resistencia mecánica de  $150 \text{ kg/cm}^2$  que consiste en arena, cemento, grava de  $\frac{3}{4}$ ", agua y un agregado a base de hule molido, como se muestra en la figura No.2



**Figura No.2 Mezcla de concreto, resistencia mecánica de  $150 \text{ kg/cm}^2$**

Se obtuvieron tres muestras, para caracterizar su conductividad térmica e impermeabilidad. Estas muestras se muestran en las figuras 3 y 4

Muestra No.1 (base) Grava de  $\frac{3}{4}$ ", arena, cemento, agua, con un armado de varilla de  $\frac{3}{8}$ "

Muestra No.2 Grava de  $\frac{3}{4}$ ", arena, cemento, agua, con un armado de varilla de  $\frac{3}{8}$ " y un agregado de hule molido.

Muestra No.3 Grava de  $\frac{3}{4}$ ", arena, cemento, agua, con un armado de varilla de  $\frac{3}{8}$ ", agregado de hule molido y una superficie de hule negro, en ambas caras del armado de las varillas.



**Figuras No.2 Tres diferentes tipos de muestras**



**Figura No.3 Detalle de la muestra No.3, con hule interior**

#### IV RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para la caracterización de conductividad térmica, se utilizó una máquina, que consiste en un gabinete rectangular, donde en su interior, tiene una resistencia eléctrica y un ventilador, que hace pasar un flujo de aire caliente a través de la sección transversal de la muestra. Como se muestra en la figura No.4.



**Figura No.4 Máquina para realizar la caracterización de la conductividad térmica de las muestras**

Tabla No.1 Muestra No.1 (base) Caracterización de la conductividad térmica, con la ecuación

$$Q = A U \Delta T, \text{ Donde } U = Q / (A \Delta T) : \Delta T = (T_{\infty 2} - T_{\infty 1})$$



**Tabla No.1 Muestra No.1 (base) Caracterización de la conductividad térmica**

Tiempo de lectura	Potencia Eléctrica W=Q Q Watts	Área de sección transversal A m <sup>2</sup>	Temperatura Interior T∞2 K	Temperatura Exterior T∞1 K	Diferencia de temperatura ΔT K	Coefficiente Global de Transferencia de calor U W/m <sup>2</sup> K
8:00	60.50	0.0684	338.60	290.00	48.6	18.20
8:30	60.00	0.0684	339.40	288.50	50.9	17.23
9:00	59.50	0.0684	339.50	288.00	51.5	16.89
9:30	59.00	0.0684	340.00	289.00	51.0	16.91
10:00	58.70	0.0684	340.20	287.60	52.6	16.31
10:30	58.30	0.0684	340.40	287.40	53.0	16.08
11:00	58.00	0.0684	341.00	287.00	54.0	15.70

**Tabla No.3 Muestra No.3 (agregado y hule negro en ambos lados del armado de varillas), Caracterización de la conductividad térmica**

Tiempo de lectura	Potencia Eléctrica W=Q Q Watts	Área de sección transversal A m <sup>2</sup>	Temperatura Interior T∞2 K	Temperatura Exterior T∞1 K	Diferencia de temperatura ΔT K	Coefficiente Global de Transferencia de calor U W/m <sup>2</sup> K
8:00	60.50	0.0684	338.60	290.00	48.6	18.20
8:30	60.00	0.0684	339.40	288.50	50.9	17.23
9:00	59.50	0.0684	339.50	288.00	51.5	16.89
9:30	59.00	0.0684	340.00	289.00	51.0	16.51
10:00	58.70	0.0684	340.20	287.60	52.6	16.31
10:30	58.30	0.0684	340.40	287.40	53.0	16.08
11:00	58.00	0.0684	341.00	287.00	54.0	15.70

**Tabla No.2 Muestra No.2 (agregado) Caracterización de la conductividad térmica**

Tiempo de lectura	Potencia Eléctrica W=Q Q Watts	Área de sección transversal A m <sup>2</sup>	Temperatura Interior T∞2 K	Temperatura Exterior T∞1 K	Diferencia de temperatura ΔT K	Coefficiente Global de Transferencia de calor U W/m <sup>2</sup> K
15:00	60.50	0.0684	338.60	290.00	48.6	18.20
15:30	60.00	0.0684	339.40	288.50	50.9	17.23
16:00	59.50	0.0684	339.50	288.00	51.5	16.89
16:30	59.00	0.0684	340.00	289.00	51.0	16.91
17:00	58.70	0.0684	340.20	287.60	52.6	16.35
17:30	58.30	0.0684	340.40	287.40	53.0	16.10
18:00	58.00	0.0684	341.00	287.00	54.00	14.63

Para la caracterización de permeabilidad se utilizó, como lo muestra la figura No.5, una cubeta con agua, donde una vez pesada en base seca, la muestra se sumerge totalmente al agua y después de un periodo de veinte cuatro horas, se pesa la muestra en base húmeda.



**Figura No.5 Cubeta con agua, donde se sumergen las muestras, para la caracterización de impermeabilidad.**

Utilizando la ecuación:  
 Permeabilidad = % de humedad absorbida = 1 - (peso en base seca / peso en base húmeda) x 100

Muestra No.1

Peso en base húmeda	Peso en base seca	Diferencia de peso	% de humedad absorbida	Permeabilidad
8.68 kg	8.1 kg	0.58 kg	6.69	6.69

Muestra No.2

Peso en base húmeda	Peso en base seca	Diferencia de peso	% de humedad absorbida	Impermeabilidad
8.38 kg	8.15 kg	0.23kg	2.75	2.75

Muestra No.3

Peso en base húmeda	Peso en base seca	Diferencia de peso	% de humedad absorbida	Impermeabilidad
8.22 kg	8.15 kg	0.07	0.86	0.86

## VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1]<https://www.cemex.com/documents/27057941/45587277/aplicaciones-manual-construccion-general.pdf/772d227d-d168-efc4-a2e3-86ba78c80cb4>

[2]<https://www.archivo.cdmx.gob.mx/vive-cdmx/post/comoconstruir-una-azotea-verde>

[3] Yunus A. C., "Heat transfer a practical approach", Edit WCB Mc Graw Hill, University of Nevada, USA, 1988.

[4] Ortega H. J.A., Urriolagoitia G., "Análisis numérico de la transferencia de calor en ingeniería", Serie de Ciencias de Ingeniería volumen No.14, Instituto Politécnico Nacional, México, 1994.

[5]<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59093/Wilfrdo%20osoto%20gomez%20%28espa%29.pdf?sequence=2&isAllow>

## V CONCLUSIONES

En nuestro diseño de concreto diatérmico, se eliminará la capa intermedia y la capa de emulsión, de los componentes de una azotea verde, en consecuencia, menor costo. En nuestro diseño de concreto diatérmico, por la impermeabilidad a la humedad del concreto, se eliminará la capa intermedia y la capa de emulsión, de los componentes de una azotea verde, en consecuencia, menor costo.

Menor ganancia de calor del edificio, por insolación, del área superficial que cubre la azotea del edificio y baja conductividad térmica del concreto diatérmico.

Crear una cultura sustentable, por la importancia y beneficios de las azoteas verdes, en edificios, entre los profesionales de la industria de la construcción.

Generación de una norma mexicana, en edificios con azoteas verdes.

Las muestras 2 y 3, presentan menor coeficiente de transferencia global de calor, con respecto a la muestra No.1, que es como generalmente se construyen las losas de concreto armado para azoteas.

Las muestras 2 y 3, presentan también menor permeabilidad, incluso la muestra No.3, casi es mínima, no obstante, debemos de trabajar en sus componentes, para hacerla totalmente impermeable.