



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

MATERIALES COMPUESTOS UNA ALTERNATIVA PARA FACHADAS  
PREFABRICADAS

CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIRO Y AGREGADOS TRANSLUCIDOS

TESIS

Que para optar por el grado de:  
DOCTOR EN ARQUITECTURA

**P r e s e n t a**

**MARIBEL JAIMES TORRES**

**Director de Tesis**

Facultad de Diseño Industrial: Dr. Miguel Eguiluz Senior

**Comité Tutor**

Instituto de Física: Dr. Eligio Orozco Mendoza

Facultad de Arquitectura: Mtro. Francisco Reyna Gómez

Facultad de Arquitectura: Dr. Alejandro Solano Vega

Tutor Externo, UAM Azcapotzalco, Depto. De Materiales: Dr. Francisco González Díaz

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2017.

CIUDAD DE MÉXICO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

MATERIALES COMPUESTOS UNA ALTERNATIVA PARA FACHADAS  
PREFABRICADAS

CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIRO Y AGREGADOS TRANSLUCIDOS

TESIS

Que para optar por el grado de:  
DOCTOR EN ARQUITECTURA

**Presenta**

**MARIBEL JAIMES TORRES**



# FACHADAS

# PREFABRICADAS

CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO Y AGREGADOS TRANSLUCIDOS

ABSTRACT	5-6 págs.
INTRODUCCIÓN	7-9 págs.
Problemática	10-13 págs.
Definir el Problema	13-15 págs.
Preguntas de la Investigación	16 págs.
Objetivo General / Especifico	17 págs.
Justificación	18-19 págs.
Hipótesis	19 págs.

# CONTENIDO

## CAPITULO I

### MARCO DE TEORIAS Y CONCEPTOS

#### Capítulo 1

I.1.1.	Industrialización / Prefabricación	Pags.20
I.1.2.	Evolución de los sistemas prefabricados	Pags.21
I.1.3.	Aspectos generales	Págs.22-38
I.1.4.	Tabla resumen	Págs. 39
I.1.5.	Clasificación de las fachadas	Págs. 40
I.1.6.	Ventajas de las fachadas prefabricadas	Págs. 40
I.1.7.	Propiedades de las fachadas prefabricadas	Págs. 41

#### Capítulo 2

I.2.1.	Paneles Resistentes o Portantes	Págs.42
I.2.1.	Paneles no resistentes o autoportantes	Págs.42

#### Capítulo 3

I.3.1.	Formas y Dimensiones	Págs.43
I.3.2.	Dimensiones	Pags.43
I.3.3.	Coordinación modular	Págs.43
I.3.4.	Colores, texturas y acabados	Págs.45
I.3.5.	Colores en los paneles	Págs.45
I.3.6.	Acabados de los paneles	Págs.46

## Capítulo 4

I.4.1.	Producción aspectos Generales	Págs. 48
I.4.3.	Fabricación	Págs. 49
I.4.4.	Molde	Págs.49
I.4.5.	Vaciado	Págs.49
I.4.6.	Acabado	Págs.49-50
I.4.7.	Transporte	Págs.50
I.4.8.	Montaje	Págs.50
I.4.9.	Resane y Limpieza	Págs.51

## Capítulo 5

I.5.1.	Conexiones	Págs.51
--------	------------	---------

## Capítulo 6

I.6.1.	Antecedentes Concreto / Agregados	Págs.52
I.6.2.	Agua	Págs.53

I.6.3.	Agregados	Págs.53
I.6.4.	Concreto tradicional	Págs.53
I.6.5.	Concreto Fresco	Págs.54
I.6.6.	Control del concreto	Págs.55

## Capítulo 7

I.7.1.	Aspectos Concretos Ligeros	Págs.55
I.7.2.	Tipos de concretos Ligeros	Págs.55-58
I.7.3.	Beneficios de los concretos ligeros	Págs.58
I.7.4.	Materia Prima	Págs.58-59
I.7.5.	Clasificación da la fibra de vidrio	Págs.59-60

## Capítulo 8

8.1.	Normatividad, Pruebas mecánicas	Págs.60
8.2.	Durabilidad	Págs.60
8.3.	Detalles constructivos	Págs.60.

# CAPITULO II

## MARCO DE TEORIAS Y CONCEPTOS

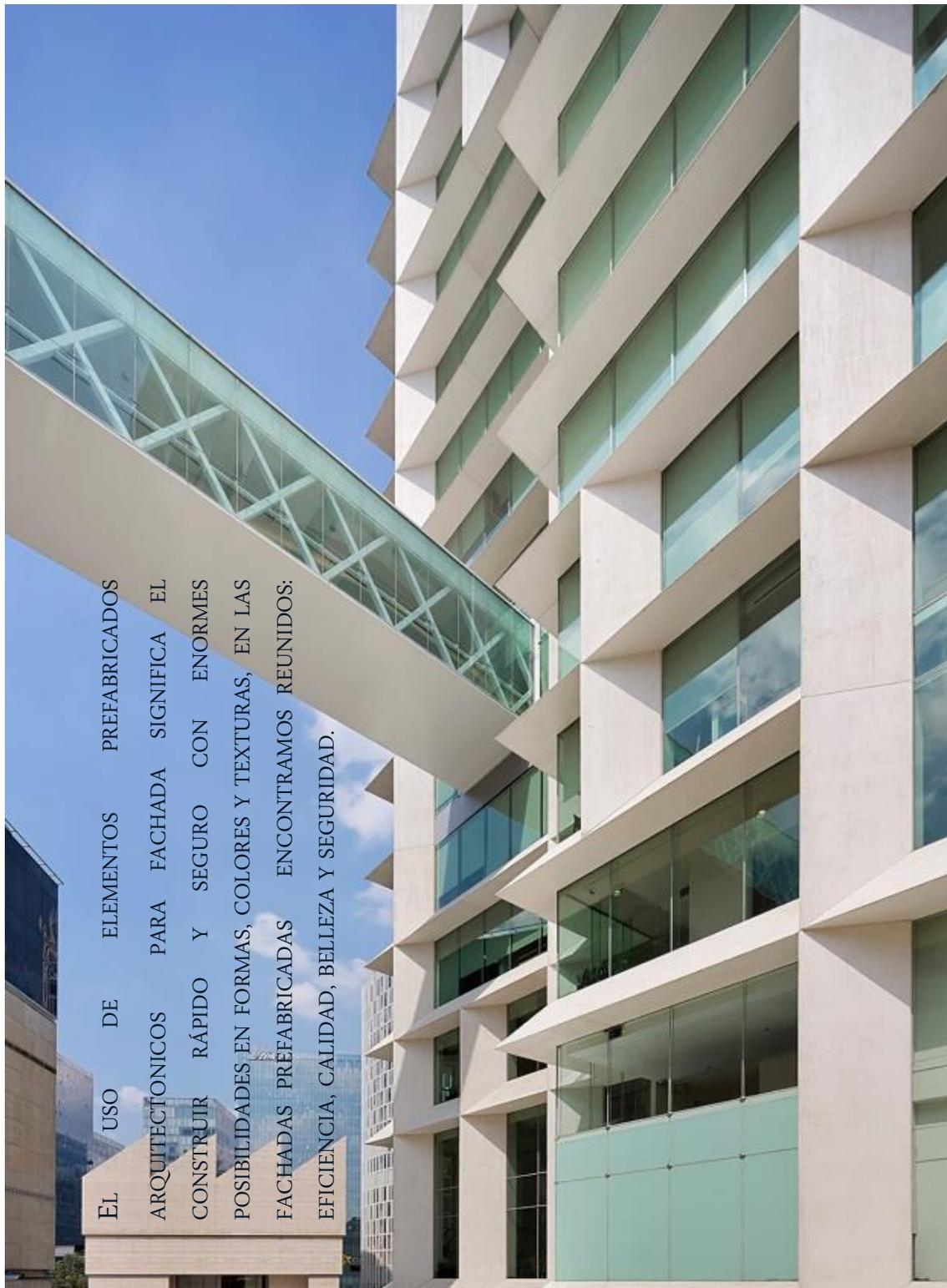
### Capítulo II

II.1.1.	Dosificación / Mezcla	Págs.61
II.1.2.	Propuestas de diseño de mezclas	Págs. 62-66
II.1.3.	Diseño de pruebas mecánicas	Págs.67 -68
II.1.4.	Diseño de la Pieza	Págs. 69
II.1.5.	Diseño de pruebas termicas	Págs. 71-77
II.1.6.	Diseño de pruebas luminicas	Págs. 77-84
II.1.7.	Análisis del costo	Págs. 85

# CAPITULO III

## RESULTADOS ESPERADOS

Conclusiones	Págs.85-86
Tabla de Ilustraciones	Págs.87-96
Bibliografía	Págs.90-91
Agradecimientos	Págs.92
Anexos	Págs.93-96



EL USO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS ARQUITECTONICOS PARA FACHADA SIGNIFICA EL CONSTRUIR RÁPIDO Y SEGURO CON ENORMES POSIBILIDADES EN FORMAS, COLORES Y TEXTURAS, EN LAS FACHADAS PREFABRICADAS ENCONTRAMOS REUNIDOS: EFICIENCIA, CALIDAD, BELLEZA Y SEGURIDAD.

## ABSTRACT

Ilustración 1 Extraída con fines didácticos, "CORPORATIVO ANTARA" 02-Enero-2017.  
[http://www.archdaily.com/613902/antara-i-corporate-building-sordo-madaleno-arquitectos/54f13dcce58ecea9430001d9-2013\\_antara\\_corp\\_i\\_web\\_photo\\_by\\_paul\\_rivera\\_09-j](http://www.archdaily.com/613902/antara-i-corporate-building-sordo-madaleno-arquitectos/54f13dcce58ecea9430001d9-2013_antara_corp_i_web_photo_by_paul_rivera_09-j)

### Resumen

Actualmente, la utilización de prefabricados en las fachadas de los grandes edificios, se está volviendo algo cada vez más común por las diversas ventajas que esta técnica ofrece. Ante este panorama, el concreto translucido reforzado con fibra de vidrio ofrece nuevas expectativas que podrían ampliar las opciones de los prefabricados, permitiendo con ello generar fachadas futuristas que permitan el paso de la luz natural al interior de las edificaciones.

En esta investigación se realizó una breve reseña histórica de la prefabricación en las fachadas, se mencionan sus características y comportamiento. Después se procedió a realizar una mezcla de concreto translucido, con la cual se elaboraron diversas placas de muestras; así mismo, como parte del desarrollo completo de este nuevo material, se realizó el rediseño o adaptación del resto de los componentes de las fachadas prefabricadas tales como conexiones, juntas, etc.

Por último, como parte del proyecto experimental de este material, este fue expuesto a diversos procedimientos de laboratorio a fin de establecer sus capacidades lumínicas y térmicas. Además, a fin de establecer las propiedades mecánicas del diseño y de la mezcla de concreto, se sometieron 24 cilindros y una viga a esfuerzos de compresión y tensión.

Currently, the use of prefabricated in the facades of the buildings is becoming something increasingly common by the various advantages offered by this technique. Faced with this panorama, the translucent concrete reinforced with glass fiber particles offers new expectations that could expand the prefabricated options. Allowing it to generate futuristic facade which permit the passage of natural light to the interior of the buildings.

A brief historical overview is provided on the prefabrication of the façades, as well as its characteristics and behavior. In the investigation a study was performed with a mix of translucent concrete, in which it developed various sample plates. As part of the development of this new material, a redesign or adaptation was done for the rest of the components of precast facades such as connections, couplings, etc.

Finally, as part of the pilot project of this material, it was exposed to various laboratory procedures in order to establish their lighting and thermal capacities. In addition, in order to establish the mechanical properties of the design and of the concrete mixture, 24 cylinders and a beam undergoing efforts of compression and tension.



Ilustración 2 extraída con fines didácticos, "EDIFICIO DEL SENADO" 02-Enero-2017, <https://sontusdatos.org/2016/03/>

Las fachadas prefabricadas en la actualidad han empezado a considerarse una opción con numerosas ventajas frente a sistemas tradicionales, es por eso que esta investigación comprende el estudio de elementos prefabricados arquitectónicos desde su proceso de fabricación hasta su instalación en obra, así como también los nuevos materiales que se utilizan en la producción de las mismas, Este tipo de elementos son fabricados en plantas de producción especializadas, debido a sus grandes dimensiones, en sus procesos se utilizan como base los conceptos básicos de la industrialización que son: aplicación de técnicas de producción, utilización de la tecnología y organización. Unas de las principales ventajas de la utilización de este tipo de elementos son: la rapidez en la construcción, reducción de tiempos y esto nos lleva a un menor costo general comparado con los sistemas tradicionales, nos ayuda a cerrar grandes claros en cortos tiempos. Por otra parte es importante analizar el concreto, que es uno de los materiales primarios en la producción de estos elementos, con la tecnología que existe actualmente se podría sustituir o complementar al concreto con un material compuesto, que nos permita diseñar elementos con menor sección, reducción en los aceros de refuerzo etcétera. La utilización de este tipo de Materiales Compuesto (MC) supera en muchos aspectos a los concretos tradicionales, debido a varios aspectos no se han podido utilizar en nuestro país y de los cuales haremos referencia a lo largo del documento

El uso de Materiales Compuestos cerámicos en sistemas de fachadas ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años. Estos sistemas presentan un excelente aislamiento térmico y acústico, en concordancia con la tendencia actual hacia métodos de construcción sostenibles. A pesar de estas ventajas evidentes, dado que las fachadas no se colocan directamente a la estructura del edificio, sino que se cuelgan con placas soldadas o tornillería, existen dudas sobre la seguridad del sistema, debido a la posible caída, fractura del elemento. Para reducir este riesgo, se utiliza un espesor apropiado de la pieza y, en algunos casos, un refuerzo con malla de poliéster o algún otro material para dar la tranquilidad al cliente de que son elementos seguros demostrando que cumplen con todas las normas de seguridad.

A partir de estas premisas se desarrollara un concreto translucido, el cuál permita el paso de la luz por medio de los agregados pétreos. Esto, a su vez, conlleva las dificultades adicionales de la complejidad del sistema, tiempo de curado y de fraguado del MC, entre otras, a este tipo de condiciones dará respuesta el prototipo a escala que se diseñara.

En esta investigación se utilizará el término material compuesto a la mezcla del cemento y la fibras de vidrio, se trata de un material formado por dos fases: fibras y matriz, en general la fibras y el cemento serán las responsables de las propiedades mecánicas del material compuesto, mientras que el agregado lo envolverán las fibras configurando geoméricamente a el elemento, y transmite los esfuerzos entre las fibras y las protegerá de posibles daños mecánicos o ambientales. Estas teorías serán probadas mediante el prototipo o pruebas de laboratorio que se realizarán y deberán cumplir con las normas mexicanas y europeas, establecidas para este tipo de materiales y poder garantizar la seguridad estructural requerida.

El uso de este tipo de materiales compuestos nos ofrecerá grandes ventajas frente a los concretos tradicionales entre estas propiedades podríamos mencionar:

- “Gran ligereza y buenas características mecánicas, destacando su resistencia mecánica en compresión y tensión. Esto se traducirá en economía, facilidad de transporte y montaje colocados ya en obra, reducirán los plazos y costos de ejecución, sin olvidar la reducción de cargas muertas en el peso total de la obra”(Diego, Pedro, & Angel, may-2008 )<sup>1</sup>
- “Resistencia al ataque de agentes ambientales debido a la utilización de cargas y aditivos como: agentes anti-ultravioleta, agentes de desmoldé etcétera. Y lo más importante mallas de fibra de vidrio para reforzar el elemento”(Diego et al., may-2008 )<sup>2</sup>
- “Presentan gran libertad en formas, texturas y colores, existe una gran posibilidad de fabricar piezas grandes, por lo que en ocasiones sería difícil su instalación, si utilizamos un concreto tradicional”.<sup>3</sup> Diego Villalon,2010)
- Translucidez del panel, permitiendo el paso de la luz natural.

<sup>1</sup> Diego, G. J., Pedro, A. I. J., & Angel, L. H. (may-2008 ). Utilización de materiales compuestos en la construcción de nuevos puentes. *Jornadas de Investigación en la construcción*

<sup>2</sup> Diego, G. J., Pedro, A. I. J., & Angel, L. H. (may-2008 ). Utilización de materiales compuestos en la construcción de nuevos puentes. *Jornadas de Investigación en la construcción*

<sup>3</sup> Diego Villalón, A., Gutiérrez Jiménez, J.P., Arteaga Iriarte, A., López Hombrados, C. UTILIZACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS EN UTILIZACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC), Madrid, España, <http://digital.csic.es/handle/10261/6313?locale=es>, pagina consultada 25\_Agosto-2014.



Ilustración 3, Extraída con fines didácticos "BASILICA DE GUADALUPE 1975" 13-8-16  
<https://www.google.com.mx/search?q=basilica+de+guadalupe&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiYjcqgwNzRAhUk74MKHeCSA9EABygC#imgrc=D7GglchXilfu9M%3A>

Este documento será desarrollara de la siguiente forma: En el capítulo I se aborda el **MARCO DE TEORÍAS Y CONCEPTOS.**

Comprende desde la problemática y definición del problema, preguntas generadas de la investigación, objetivos y la justificación, esta parte resulta imprescindible para conocer hacia donde se va encaminar la investigación y cuáles serán los resultados a los que se llegará.

El capítulo I se dividirá en 8 grandes subcapítulos que nos darán todo el marco de teoría y conceptos que a continuación describo cada uno de ellos:

- 1.1. Industrialización / Prefabricación - Evolución histórica, aspectos generales, clasificación, aplicaciones, propiedades y ventajas de las fachadas prefabricadas.
- 1.2. Tipos de paneles - Paneles resistente o portantes y paneles no resistentes o autoportantes
- 1.3. Formas y dimensiones - Racionalización, coordinación modular, colores, texturas y formas
- 1.4. Procesos de Producción - Aspectos generales, Fabricación, moldes, vaciado, Acabado, transporte e instalación, Resane y limpieza.
- 1.5. Diseños Estructural - Aspectos generales, tipos de conectores, Soldadura, diseño estructural sismo y viento.
- 1.6. Concreto - Antecedentes, agregados, concreto fresco, tradicional, controles de concreto
- 1.7. Concretos ligeros - Aspectos generales, tipos de concretos, beneficios, materia prima y clasificación.
- 1.8. Pruebas mecánicas – Durabilidad y detalles

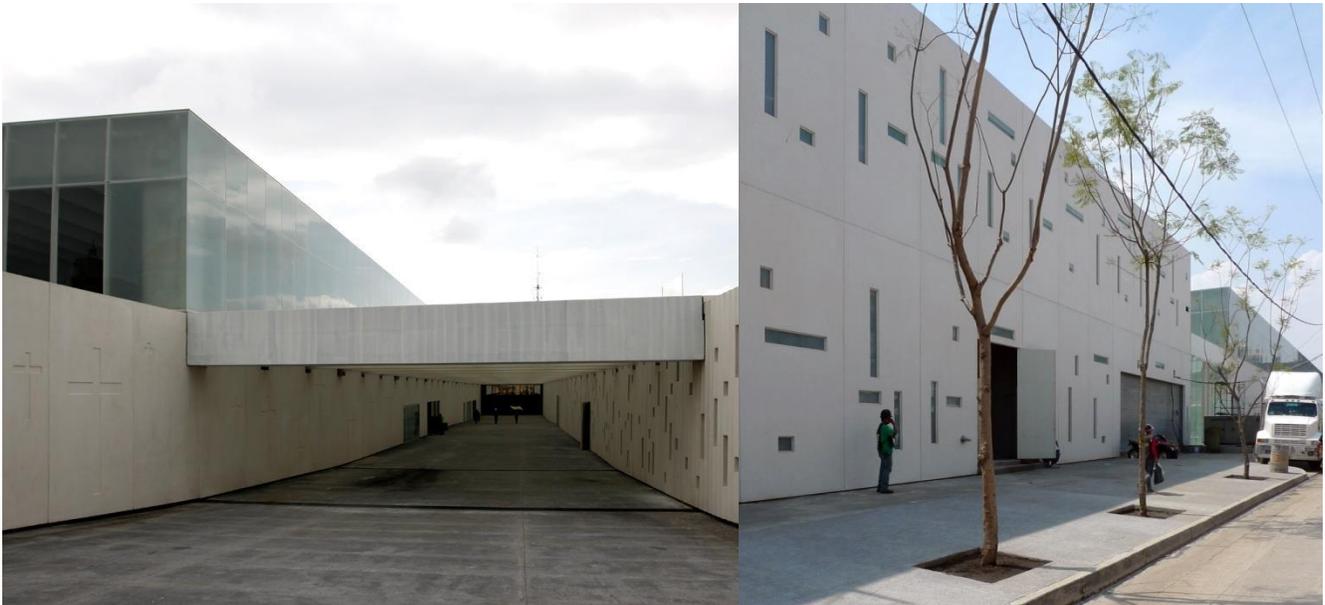


Ilustración 4, Extraída con fines didácticos, "PLAZA MARIANA" 27-4-16 [https://www.google.com.mx/maps/uv?hl=es-tributo-arquitectonico-de-fernando-romero-55PLAZA%20MARIANA%20-%20Buscar%20con%20Google&imagekey=1e372s-fe\\_RLZqmcU8%2FWD385PmSta1%2FAAAAAAAMJM%2Fgpx0FPaIzmA51Y2YAuIp2QIA7ApeSS-gCLiBkSa=X&ved=0ahUK5wipcydZ6z6Ab3Lz4MKHTvDukGooleTA0](https://www.google.com.mx/maps/uv?hl=es-tributo-arquitectonico-de-fernando-romero-55PLAZA%20MARIANA%20-%20Buscar%20con%20Google&imagekey=1e372s-fe_RLZqmcU8%2FWD385PmSta1%2FAAAAAAAMJM%2Fgpx0FPaIzmA51Y2YAuIp2QIA7ApeSS-gCLiBkSa=X&ved=0ahUK5wipcydZ6z6Ab3Lz4MKHTvDukGooleTA0)

En el capítulo II denominado **MÉTODO O METODOLOGÍA**. Ya una vez realizado todo el análisis en el marco de teorías y conceptos se desarrollara y fabricara el prototipo. Por lo cual será necesario que este capítulo se subdivide en 8 subtemas que a continuación describo:

II.1. Dosificación de la mezcla y selección de las mismas, proporción de diferentes tipos de mezcla hasta llegar a la más óptima para la fabricación del panel, para ello se utilizaran diferentes cantidades de material como: cemento, fibra, agregados, cargas.

II.2. Propuesta de diseño de mezclas: tipo I, tipo II, tipo III, tipo IV.

II.3. Ya habiendo definido la mezcla realizare el diseño de las pruebas mecánicas y físicas del material obtenido anteriormente que comprenderá pruebas de: compresión, tensión, flexión, Intemperismo.

II.4. En este apartado se hare el diseño estructural del bastidor y conexiones propias del bastidor para la sujeción en obra.

II.5. Diseño de pruebas termicas y luminicas – Diseño de la maqueta experimental, prueba térmica y lumínica.

II.6. Costo.

El documentó concluirá con el desarrollo del capítulo III **RESULTADOS ESPERADOS**.

Se rescatara igualmente el cuantioso número de ensayos que se realizarán y se encentran en los anexos del documento que guardara en ellos las soluciones para la correcta fabricación de los paneles traslucidos.

Por último, en el apartado de ilustraciones y bibliografía se recogen las referencias más significativas utilizadas en el transcurso del trabajo presentado.

## PROBLEMÁTICA

“ Sin duda, el aspecto rígido, repetitivo, monótono y simplista de los edificios prefabricados en el país en los años 70 y 80 reforzó la mala imagen que ya se tenía de la construcción prefabricada, los sistemas constructivos industrializados y prefabricados han evolucionado bastante desde entonces, y en la actualidad las posibilidades de diseño son ilimitadas. De hecho, pueden identificarse tres etapas diferentes en su evolución”(Garrido, 2010)

“En una primera etapa se desarrollaron prefabricados con un diseño constructivo y soluciones muy rígidas que limitaron los procesos creativos de los arquitectos. En esta época, las soluciones arquitectónicas se centraron fundamentalmente en la organización espacial del conjunto, más que en el diseño de los edificios. Sin embargo, en una segunda etapa se desarrollaron productos que permiten una cierta elección de los diseños, y su objetivo era crear sistemas de componentes semi-abiertos.

Por último, estamos presenciando que se construyen precolados, completamente abiertos, que son capaces de proporcionar una gran variedad de posibilidades de diseño arquitectónico.”(Garrido, 2010)

Esta evolución de las fachadas prefabricadas no solamente se dio en Europa, sino también en nuestro país, y lo podemos ver en las imágenes anteriores, las cuales representan cada una de las etapas antes mencionadas y podemos observar claramente como las fachadas fueron cambiando y dando mayores posibilidades para el diseño tanto en aspectos geométricos como acabados y dimensiones.



Ilustración 5, Extraída con fines didácticos 15-1-17, "HOSPITAL IMAN" años 70



Ilustración 6, Extraída con fines didácticos 15-1-17, "RESIDENCIAL FUNDACIÓN" Años 80



Ilustración 7, Extraída con fines didácticos 15-1-17, "RESIDENCIAL DEL BOSQUE" Años 90

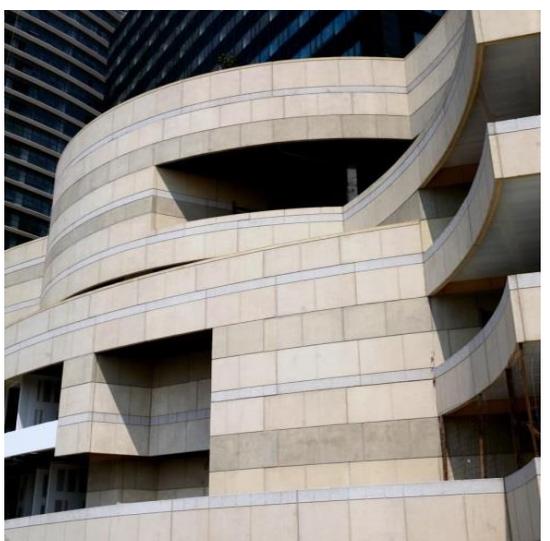


Ilustración 8, Extraída con fines didácticos, 15-1-17 "CITY SANTA FE" 2000

Según Koskela (1992), una de las principales innovaciones en la construcción del último siglo es la fuerte industrialización de la edificación, con un punto crítico motivado por la aparición del concreto prefabricado (Gann, 2000). Tanto es así que algunos autores consideran la construcción como un proceso de ensamblaje de materiales y componentes (Gann, 1996; Gibb, 2001; Winch, 2003). La prefabricación en la edificación se ha multiplicado en las últimas décadas, sobre todo en los países más avanzados (Koskela, 1992; Gann, 1996; Warzawski, 1999; Gann, 2000; Monjó Carrió, 2005). “Si bien hasta finales del siglo XIX los sistemas de cerramiento de los edificios no variaron substancialmente, uno de los principales cambios en la arquitectura moderna surgió a raíz de la incorporación de nuevos materiales más moldeables y ligeros, como el aluminio y el vidrio, algo que ha permitido la expansión de las llamadas “fachadas ligeras” o “muros cortina”. Estas fachadas funcionan como una piel que recubre el edificio, ofreciendo mucha más libertad a arquitectos y diseñadores para dotar a la estructura de una personalidad propia y única.(Muñoz Tamara, 2011)

“La creciente industrialización del sector de la construcción y la reducción del valor de los materiales han contribuido a la expansión de las fachadas ligeras. Una de sus principales características es la capacidad para aumentar la luminosidad de los espacios: frente a los cerramientos tradicionales, estas fachadas permiten aprovechar hasta un 90% de la luz. Estas técnicas también proporcionan más superficie interior, debido a la reducción de las dimensiones de la estructura, aunque la verdadera razón del éxito de las fachadas ligeras está en sus innumerables posibilidades estéticas”(Muñoz Tamara, 2011).

Uno de los aspectos importantes a considerar en la prefabricación de fachadas de concreto tradicionales o ligeros son los agentes principales de la degradación de las fachadas arquitectónicas que son los que están directamente relacionados con el medio ambiente. Con el fin de dar una respuesta a esas carencias en las fachadas, se deberán crear nuevos métodos, procesos y materiales para los diferentes sistemas constructivos, para reducir al mínimo la patología derivada de este problema que cumplan con las demandas de resistencia, durabilidad, rigidez, espacio, tiempo y costos.

Con el envejecimiento, desgaste, peso y el deterioro de las estructuras, incluyendo las condiciones ambientales, la exposición de agentes biológicos (bacterias, hongos) se hace inevitable el re-potenciamiento y el re-acondicionamiento de los elementos arquitectónicos para cumplir con las demandas en las cargas de servicio, estética, funcionalidad y durabilidad.

El actual desarrollo tecnológico requiere de materiales con propiedades diferentes a aquellos utilizados convencionalmente. Esto ha provocado la búsqueda de nuevos materiales capaces de dar respuesta a estas necesidades, en este sentido el desarrollo de materiales compuestos ha sido uno de los avances más importantes en los últimos años.

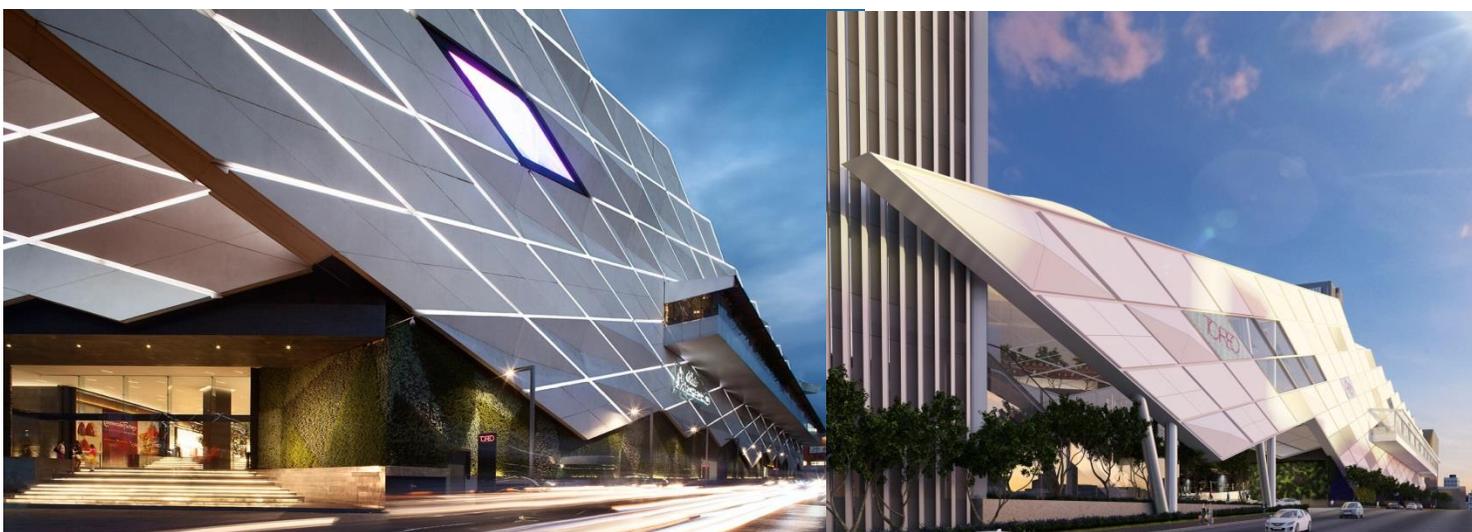


Ilustración 9, Extraída con fines didácticos "PARQUES POLANCO" Concreto reforzado con fibra de vidrio, 16-12-16  
[https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+toreo&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi996vzdzRAhXK24MKHRCiCckQ\\_AUIBygC#q=parques++toreo&tbn=isch&tbs=rimg:CY\\_1oLqYyGKQ0IjiquamedpQWmKdkY4Hdj93mVcxhlm6Tn1BWylnww3BfjqSHGFhVsbxvk5AJSONLEQ850VariMCoScaq5r6Z52lBaEZRwLTN4fwKPKhJYp2Rjgd2P3cREB0e\\_1VjqhagqEgmZVzGEIbp90REPLKZcDgdNySoSRIUFbiufC\\_1cFEWGFV3mZZ4GkhJ8mpicYWEHwWRYvIFrKf46ggEglvG-TkAll40hEZJT42AKcvSoScCRdzk5VquiwEZPacoe9oX4F&imgrec=j-gupjIYpA42WM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+toreo&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi996vzdzRAhXK24MKHRCiCckQ_AUIBygC#q=parques++toreo&tbn=isch&tbs=rimg:CY_1oLqYyGKQ0IjiquamedpQWmKdkY4Hdj93mVcxhlm6Tn1BWylnww3BfjqSHGFhVsbxvk5AJSONLEQ850VariMCoScaq5r6Z52lBaEZRwLTN4fwKPKhJYp2Rjgd2P3cREB0e_1VjqhagqEgmZVzGEIbp90REPLKZcDgdNySoSRIUFbiufC_1cFEWGFV3mZZ4GkhJ8mpicYWEHwWRYvIFrKf46ggEglvG-TkAll40hEZJT42AKcvSoScCRdzk5VquiwEZPacoe9oX4F&imgrec=j-gupjIYpA42WM%3A)

<sup>4</sup> Garrido, L. d. (2010). Situación actual de la construcción prefabricada en Europa. 2010, 3. Retrieved from <http://www.accioecologista-agro.org/spip.php?article2343>  
website: <http://www.accioecologista-agro.org/spip.php?article2343>  
Imagen 2-3-4-5 Extraída con fines didácticos, "referencias digitales <http://www.fapresa.com.mx/todas.html>- página consultada 15-enero-17

<sup>55</sup> Koskela, L. (1992) "Application of the new production philosophy to construction". Technical Report #72. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University. Stanford.  
Gann, D.M. (1996) "Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan". Construction Management & Economics, 14(5), p. 437-450.

Es una realidad que los métodos constructivos del futuro van a estar basados en la prefabricación debido a las ventajas que nos proporcionan, como la producción en serie por la rapidez, pero también la innovación tecnológica deberá emplearse en la fabricación de estos paneles. Los elementos de concreto arquitectónico, elaborados in situ o prefabricados en planta, marcan una etapa importante en la evolución de la arquitectura contemporánea.



Ilustración 10, Extraída con fines didácticos, "TORRE MAYOR"

**“La industrialización de los procesos de construcción depende de los materiales. Nuestra primera preocupación, pues, debe ser encontrar un nuevo material de construcción. Nuestros técnicos deben y pueden inventar un material apto para ser producido y trabajado industrialmente, y que sea aislante de la humedad, del calor y del ruido. Debe ser un material ligero, que no sólo permita sino que exija una producción industrial. Todas sus piezas deben hacerse en fábrica, y el trabajo en obra debe consistir sólo en el montaje, que requiere muy pocas horas/hombre. Esto reducirá muchísimo los costos de construcción. Entonces vendrá realmente la nueva arquitectura”(Pablo, 2007)**

Con la tecnología actual y los avanzados sistemas, podemos crear nuevos materiales compuestos, es posible encontrar referencias históricas muy antiguas en lo que se refiere a la utilización de materiales compuestos, la utilización de adobes (mezcla de paja y barro) utilizados para la construcción de edificios, y de embarcaciones de juncos impermeabilizadas con betún se remontan a las culturas antiguas.

Los materiales cerámicos reforzados con fibras proporcionan una solución muy viable a los nuevos retos que se presentan, aunque por la carencia de una base de datos respecto a la durabilidad y resistencia de los sistemas y modelos adecuados dan lugar a una gran desconfianza en su uso, es por esto, que se enfoca esta investigación en el estudio de la durabilidad, resistencia, los esfuerzos de fatiga e inestabilidades de los MC realizando una parte teórica con el desarrollo de un modelo de cálculo, materiales y procesos de producción y la otra parte será cubierta por un modelo a escala de un panel prefabricado para aplicación de ensayos, donde se comprobará la resistencias y la durabilidad del material en el laboratorio.<sup>6</sup>(Pablo, 2007)

Estos serán algunos criterios que tomaremos en cuenta al realizar la selección de materiales:

- Diseño arquitectónico: modulación, composición y adecuación al entorno.
- Propiedades tecnológicas: físicas, químicas y mecánicas.
- Fabricación / puesta en obra: Viabilidad de la ejecución.
- Económico: costo de material, mano de obra y equipos.
- Medioambientales: Consumo de recursos.

Gibb, A.G.F. (2001) "Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research". *Construction Management and Economics*, 19, p. 307-315.

Juan, M. T. (2011). La piel de la Nueva Arquitectura esta hecha de valores sostenibles. *Nueva Construcción*, 24.

<sup>6</sup> Pablo, A. (2007, 2014). 100 años de industrialización de la construcción. Retrieved from <http://hontza.wordpress.com/2007/06/14/100-anos-de-industrializacion-de-la-construccion/>

Alonso, J. H. H. y. J. (2011). La piel de la Nueva Arquitectura esta hecha de valores sostenibles. *Nueva Construcción*, 24.

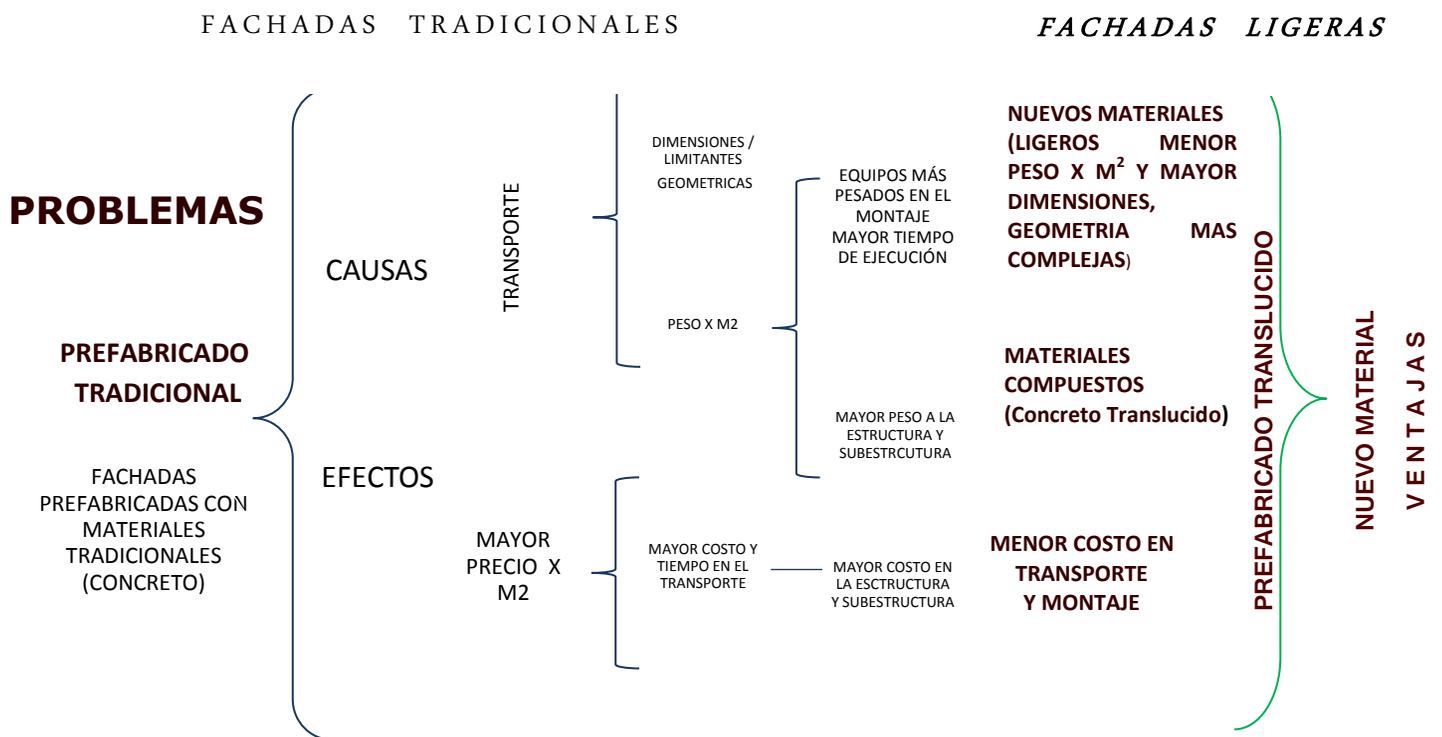
Ilustración Extraída con fines didácticos, "TORRE MAYOR" 06-08-14-<http://aedesign.wordpress.com/2012/09/30/torre-mayor-mexico-city-mexico/> imagen extraída con fines didácticos el 06-agosto-14

- Propiedades mecánicas (rigidez, resistencia).
- Condiciones de habitabilidad Térmica, acústica, óptica y lumínica
- Seguridad de uso.
- Compatibilidad: física, química y mecánica.
- Durabilidad.
- Comportamiento frente al agua y los agentes atmosféricos
- Mantenimiento de sus propiedades mecánicas.
- Resistencia a las acciones de uso (desgaste)
- Comportamiento frente al fuego.
- Incluyen todos los procesos, técnicas, sistemas y equipos necesarios para la fabricación. Conformación, transporte, colocación y puesta en obra de materiales.

A la hora de diseñar se tendrán que tomar en cuenta aspectos como:

- Disponibilidad y precio
- Viabilidad de la ejecución
- Especialización de los trabajadores y equipos necesarios
- Seguridad
- Velocidad de ejecución
- Consumo de recursos (naturales, agua y energía)

### DEFINIR EL PROBLEMA



Los materiales compuestos reforzados con fibras son una posible solución a los nuevos cambios que se presentan en la arquitectura, no se cuenta con una base de datos respecto a la durabilidad de los sistemas ni modelos adecuados a las nuevas necesidades del diseño, esto da lugar a una gran desconfianza en su uso y en el sobre-dimensionamiento que incurre en los sobre-costos, puesto que no se aprovecha el completo funcionamiento de la fibra, es por esto, que esta investigación se enfoca en el estudio y diseño de la mezcla, para que tenga una mayor durabilidad, los esfuerzos de compresión y tensión del material, realizando una parte teórica con el desarrollo de un modelo de cálculo y una parte de ensayos donde se comprobará la resistencia del diseño de la mezcla y se ajustará lo necesario.

A las **fachadas** prefabricadas en las construcciones, se les deberá dar un mayor énfasis en el diseño arquitectónico, al ser la **única** parte del edificio vista del EXTERIOR, es el único medio para dar carácter a la edificación. La parte **estética** del edificio son características principales del concepto de la **fachada**.



Ilustración 11 , Imagen Extraída con fines didácticos, "CORPORATIVO BAF"

La fachada ha experimentado una serie de transformaciones a lo largo de la historia por su condición de soporte para los distintos estilos arquitectónicos. Sin embargo, los cambios más profundos deberán ser consecuencia de la evolución de las nuevas técnicas constructivas y materiales. Tradicionalmente la fachada ha sido al mismo tiempo el cerramiento del edificio y tiene la capacidad para que se puedan abrir vanos para iluminar y ventilar, la fachada ha de tener que evolucionar en un nuevo sentido, el de mejorar la calidad del interior del edificio. Desde este nuevo punto de vista es motivo de experimentación de nuevos sistemas constructivos y nuevos materiales en favor de generar mayor eficiencia energética y el valor estético de las edificaciones (adjemian Oria, 2011).<sup>7</sup>

La utilización de polímeros y materiales compuestos para la construcción se inicia de forma muy esporádica y concreta durante la Segunda Guerra Mundial, cuando se produjo un rápido progreso con la fabricación de las primeras casetas. Se utilizó el poliéster reforzado con fibra de vidrio debido a su transparencia. A finales de la década de los 40 se continuó utilizando este material, por su facilidad para tomar formas complejas en su moldeado, fue reconocido rápidamente por los diseñadores y a comienzo de los cincuenta se utilizaba para fabricar láminas translúcidas. El principal crecimiento en interés e investigación con respecto al material compuesto de fibra de vidrio y poliéster para la industria de la construcción comenzó en los 60's (Mansó, 2004)<sup>8</sup>.

Se realizaron estudios de procesos para construir paneles grandes de fachadas y sistemas de placas onduladas. Aún y así su producción siguió siendo muy limitada y su uso considerado como secundario y minoritario. Esta situación se ha mantenido hasta la actualidad. Hoy día, el uso de materiales compuestos en la construcción en general se centra sobre todo en algunas aplicaciones en la ingeniería civil para la construcción de puentes, reforzar estructuras. El uso en la construcción de estos materiales en las dos últimas décadas ha crecido de forma considerable, aunque también es cierto que se partía de una situación muy retrasada (Sobrino y Pulido, 2004)<sup>9</sup>.

El uso del concreto y del acero para elementos principales, se encuentra muy arraigado en la construcción, la investigación que existe en la aplicación de nuevos materiales, no da la seguridad al usuario para poder utilizar otras técnicas esto hace que se encuentre más retrasada la aplicación de tecnología, es por eso que debemos utilizar nuevos materiales más livianos y nuevos sistemas constructivos que faciliten el transporte, montaje en los precolados arquitectónicos.

<sup>7</sup> adjemian Oria, A. (2011). *La Evolucion de la Fachada ventilada:nuevos materiales y sistemas constructivos*. (Ingeniería de Edificación), Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España. Retrieved from [http://digital.csic.es/bitstream/10261/6312/1/IIJIC\\_Rincon.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/6312/1/IIJIC_Rincon.pdf) Available from Valencia, España

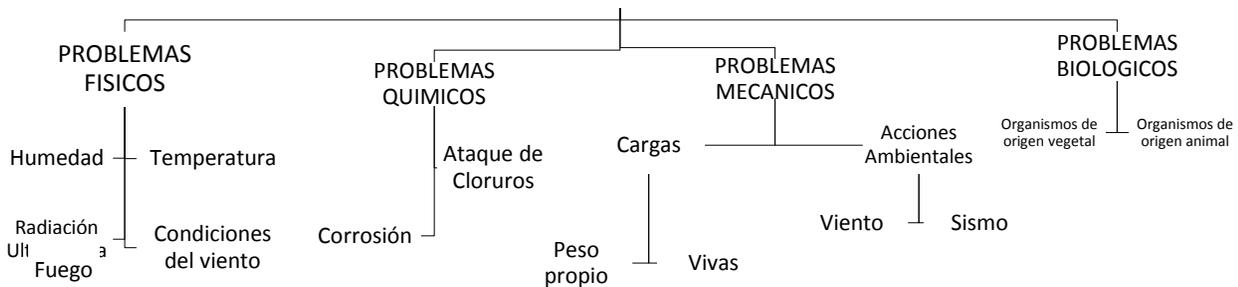
Ilustración 10, Imagen Extraída con fines didácticos, "CORPORATIVO BAF"7-8-17- <http://www.fapresa.com/contenido.php/Arq.Rafael.Barona.C>.

## POSIBLE SOLUCIÓN

En el sector de la construcción el uso de materiales compuestos es muy atractivo debido a su bajo peso y resistencia elevada en comparación con el concreto tradicional, gracias a su ligereza, es posible construir de forma más rápida, reducir las cargas muertas del conjunto. El costo es un aspecto que limita su utilización, pero es necesario subrayar que mediante un diseño adecuado y tras evaluar las ventajas económicas que conlleva el uso de estos materiales: ligereza, economía de transporte y montaje, reducción de cargas muertas y mantenimiento prácticamente nulo, el uso de estos materiales podría ser rentable.

Para la utilización de estos materiales en las fachadas prefabricadas, será necesaria la realización de estudios en los cuales se demuestre la viabilidad técnica de la aplicación de materiales compuestos y comparaciones con los materiales utilizados de forma tradicional dejando constancia de sus ventajas. Ello facilitaría, en gran medida, un mayor uso de estos materiales, generando la confianza para poder utilizarlos. Algunas de las pruebas aplicables a este tipo de fachadas son: (problemas físicos, químicos, ambientales y biológicos).

### Concreto traslucido reforzado con fibra de vidrio (Material Compuesto)



En esta investigación solamente nos centraremos en realizar pruebas mecánicas al diseño de la mezcla como: pruebas de compresión, flexión, Intemperismo y pruebas al agregado pétreo.

Los Materiales Compuestos son el resultado de la búsqueda de nuevos materiales y tecnologías de construcción, incorporando un mayor valor estético, aumenta la productividad, reduce el peso por m<sup>2</sup>. Existen ya algunos ejemplos de la utilización de estos materiales en otras partes del mundo como: “A principios de los noventa la compañía **“Neste Oy Chemicals company”** establecida en Helsinki (Finlandia), desarrolló y construyó una casa experimental llamada, como banco de pruebas de la posible utilización de materiales poliméricos en el sector de la construcción. En 1992, un puente de materiales compuestos fue inaugurado en la localidad escocesa de **Aberfeldy**, el puente situado sobre el río Tay. Está considerado como una de las mejores obras de materiales compuestos, y sus dimensiones son de 2 metros de anchura por 120 metros de longitud. <sup>10</sup> (Nacional, 2008)



Ilustración 12, Extraída con fines didácticos, "Puente Rio Tay"4-08-14

Ilustración 13, Extraída con fines didácticos, "Casa Nesthaus" 4-8-14

<sup>10</sup>Nacional, U. T. (2008). Materiales Compuestos. [Noviembre 2014]. 9. Retrieved from Materiales Compuestos website: [www.frsf.utn.edu.ar/matero/.../bajar\\_apunte.php](http://www.frsf.utn.edu.ar/matero/.../bajar_apunte.php)

Ilustración 11 Extraída con fines didácticos, "Puente Rio Tay"4-08-14 <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6162/04Xrr04de17.pdf?sequence=4/> 4-agost-14.

Al hacer la selección de un sistema constructivo se deberán tener en cuenta los siguientes factores: rendimiento, flexibilidad en el diseño, reparación, durabilidad, economía en el mantenimiento. El sistema de la fachada translúcida se realizará mediante un proceso analítico y se deberá tener en cuenta el sistema constructivos, materiales a emplear las fuerzas y cargas de impacto, resistencia, fuego, humedad, polvo, microorganismos, temperatura ambiente, niveles de iluminación.

Así pues las fachadas ligeras con Materiales Compuestos (Concreto Reforzado con Fibra de Vidrio) es un sistema de revestimiento que permitirá la filtración de luz artificial, serán más ligeras comparadas con las tradicionales de concreto: mayor seguridad, mejores o iguales características mecánicas, más ligeras.

## PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

En el planteamiento de este trabajo surgen las siguientes preguntas como punto de partida de la investigación:

¿Qué ventajas nos proporcionará los paneles prefabricados con materiales compuesto con respecto a los actuales que son de concreto hidráulico?

¿Qué efectos ocasionan en las variaciones de las magnitudes de las características físicas (temperatura, humedad), y mecánicas (compresión, resistencia), del material compuesto en cuestión, las características individuales y las variaciones en la proporción de las materias primas que constituyen la matriz y el refuerzo del mismo?

¿Qué efectos pueden ocasionar en el material compuesto, la humedad de los materiales como los agregados?

¿Qué tipo de aditivos y/o cargas se podrán incluir en el material compuesto en cuestión y que comportamientos físicos y mecánicos nos aportarán?

¿Cómo se verán afectadas las características del material compuesto por la inclusión de fibras y cargas?

¿En qué porcentaje se podrán reducir los pesos por m<sup>2</sup>?

¿En qué porcentaje se podrán aumentar su resistencia, a la compresión, tensión, fatiga, elasticidad, con respecto al concreto tradicional?

¿Qué efectos ocasiona los rayos ultravioleta a los materiales compuestos?

¿Qué tipo de conexiones serán las más adecuadas para el panel fabricado con materiales compuestos?

¿Qué tanto aumentará o disminuirán los tiempos de fabricación de paneles con materiales compuestos con respecto a los actuales que son con concreto hidráulicos?

¿Qué tan costoso será la fabricación de paneles con materiales compuestos con respecto a los actuales que son con concreto tradicionales?

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- 1.- El objetivo principal de este trabajo consiste en el desarrollo y la aplicación de un nuevo material de base concreto reforzada con fibra de vidrio para paneles en fachadas translúcidas a través de un proceso experimental basado en diferentes prototipos de prueba con una mezcla de materiales compuestos escala 1: 1, o las dimensiones que se requirieran para demostrar la viabilidad del material y poder identificar rangos óptimos de proporciones de las mezclas y su uso específicos en los paneles, determinando su viabilidad económica y estructural, mediante pruebas físicas y mecánicas que aseguren los niveles de calidad y seguridad.
- 2.- Desarrollo de un nuevo material compuesto que debe presentar iguales o mejores características mecánicas que los concretos tradicionales, ser más ligero al disminuir el espesor del prefabricado y resistente a la intemperie, reducidos tiempos de instalación y con mejor comportamiento térmico y lumínico. Asimismo, el desarrollo de este nuevo material implicará el rediseño o la adaptación del resto de los componentes de la fachada (juntas, recubrimientos, conexiones, etc.) aportando ventajas sobre el mismo sistema de colocación, así como también el desarrollo del proceso de fabricación del panel.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Demostrar la aplicabilidad de los materiales compuestos (concreto reforzadas con fibras), se centrará esta investigación en la aplicación de estos materiales al sistema constructivo fachada. La aplicabilidad se analizará desde los aspectos en diseño, estructurales, procesos de producción, tiempos de ejecución, costos de ejecución y producción, seguridad en la construcción.
- 3.- Identificar y definir cuál es la tecnología de fabricación más apropiada de estos materiales para su aplicación en el diseño y fabricación de paneles en fachadas.
- 4.- Desarrollar una metodología experimental de caracterización de propiedades físicas y mecánicas en paneles prefabricados con materiales compuestos.
- 5.- Estudiar el diseño de las uniones y conexiones óptimas entre elementos de materiales compuestos y estructuras de acero/concreto para una buena transmisión de esfuerzos entre el panel y la estructura de anclaje.
- 6.- Conocer las tendencias actuales en la innovación en Materiales de Compuestos y translúcidos.

“El encontrar un nuevo procedimiento constructivo o descubrir un nuevo material, modificaría definitivamente todo concepto formal o funcional de un espacio, e inclusive dependiendo del hallazgo, de toda la definición general de arquitectura”<sup>11</sup>(Ruiz, 2011)

Bajo este concepto, con la afluencia de los materiales compuestos, no es aventurado asegurar que en un futuro próximo no solo cambiaría la definición de arquitectura si no de la construcción en general, de hecho en la actualidad se comienzan a dar los primeros pasos para el cambio <sup>12</sup>(Ruiz, 2011)

En los próximos años, de acuerdo al avance de los materiales compuestos no será difícil contemplar edificios más altos que soporten cargas del doble de lo que vemos ahora con la utilización de estos materiales podemos pensar en ver de muros transparentes, que nos permitan la penetración de luz, visualizar los agregados y la estructura, materiales que no se degraden etcétera.

Los materiales compuestos ofrecen una alta resistencia y rigidez específicas; al igual que su matriz tienen una buena resistencia a la intemperie y pueden adaptarse a geometrías muy complejas, reduciendo el número de elementos a integrar para formar un conjunto estructural. Las propiedades del material son muy sensibles a la calidad del proceso de fabricación. El conjunto de procedimientos que se realizará antes, durante y después de la fabricación para asegurar la calidad, influirán significativamente en el costo total del producto.

En el sector de la construcción el uso de estos materiales compuestos ha avanzado debido a su bajo peso y resistencia elevada en comparación con el acero y el concreto tradicional. Gracias a su ligereza, es posible construir de forma más rápida y con menos riesgo, aparte de reducir las cargas muertas de la obra en conjunto, debido a que baja el peso por m<sup>2</sup> en la fachada.

El costo es un aspecto que limita su utilización, pero es necesario señalar que mediante un diseño adecuado y tras evaluar las ventajas económicas que conlleva el uso de estos materiales: ligereza, economía de transporte y montaje, reducción de cargas muertas y mantenimiento prácticamente nulo, el uso de estos materiales podría resultar adecuado y obtenerse un costo beneficio comprado con los sistemas tradicionales.

La problemática principal en el medio de la construcción respecto a este tipo de materiales es de tipo tradicionalista y desconocimiento de nuevos materiales en el sector de la construcción (Blayse & Manley, 2004) Para transformar esta situación, es necesaria la realización de estudios en los cuales se demuestre la viabilidad técnica de la aplicación de materiales compuestos en la construcción, y comparaciones con los materiales utilizados de forma tradicional dejando constancia de sus, a priori, potenciales ventajas como:

-“Los nuevos materiales se caracterizan por su ligereza, lo cual nos aporta enormes ventajas desde el punto de vista económico y facilidad de transporte de la pieza dentro de la planta y hasta la obra, facilidad de montaje”<sup>13</sup> (Miravete & Chiminelli, 2005)

-Posee elevadas propiedades mecánicas y, en particular, resistencia mecánica tanto a compresión, flexión.

-Presentan absoluta libertad de formas y diseño

-Existe la posibilidad de moldeo en grandes piezas, por lo que en ocasiones de difícil ejecución con materiales tradicionales.

---

<sup>11</sup> Ruiz, E. O. (2011). Influencia de los materiales nuevos en el futuro de la arquitectura [Nuevos materiales]. Retrieved from [http://nanotecnologiayarquitectura.blogspot.mx/2008\\_10\\_01\\_archive.html](http://nanotecnologiayarquitectura.blogspot.mx/2008_10_01_archive.html)

<sup>12</sup> Ruiz, E. O. (2011). Influencia de los materiales nuevos en el futuro de la arquitectura [Nuevos materiales]. Retrieved from [http://nanotecnologiayarquitectura.blogspot.mx/2008\\_10\\_01\\_archive.html](http://nanotecnologiayarquitectura.blogspot.mx/2008_10_01_archive.html)

<sup>13</sup> Miravete, A., & Chiminelli, A. (Producer). (2005). Una nueva fibra de características ideales para su uso en la construcción. *Vol. 57 n. 498*. [journal] Retrieved from <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/474/548>

-Son resistentes al fuego, presentan una baja inflamabilidad, mediante la selección adecuada de las cargas.

-Se pueden pigmentar durante el proceso de fabricación.

- Por último y más importante se refiere a los acabados en los cuales podemos conseguir: acabados graneados, pulidos, picoteado, así mismo se puede obtener cualquier grado de luminosidad de la pieza: translucidez u opacidad.

Por todas las ventajas antes mencionadas, el material compuesto será una excelente opción para la fabricación de paneles ligeros que podrán ser utilizados en fachadas.

## HIPOTESIS

La aplicación de MC translucidos avanzados en fachadas prefabricadas presenta ventajas respecto a las soluciones consideradas tradicionales, el uso de materiales ligeros y translúcidos en los proceso de fabricación de un precolado arquitectónico, aportará mayores o iguales resistencias mecánicas y lumínicas con respecto a los actuales y al mismo tiempo se podrán diseñar nuevos precolados con un mínimo espesor y mayor calidad, lo que nos proporcionará un menor costo en transporte y montaje del elemento por consecuencia el costo total de la obra, al reducir su peso x m<sup>2</sup>.

El uso de materiales compuestos de concreto reforzados con fibra de vidrio translucidos, en la fabricación de paneles de fachadas prefabricadas, aumentará su resistencia mecánicas, disminuirá el peso x m<sup>2</sup>, y permitirá que el panel tenga una filtración de la luz natural.

En la hipótesis se puede identificar la variable dependiente que correspondería al MATERIAL COMPUESTO y nuestra variable independiente el prefabricado también se encuentra una variable interviniente que la conforman los factores externos como concreto , agregados, fibras y aditivos, los cuales influyen en el resultado de la variable dependiente.

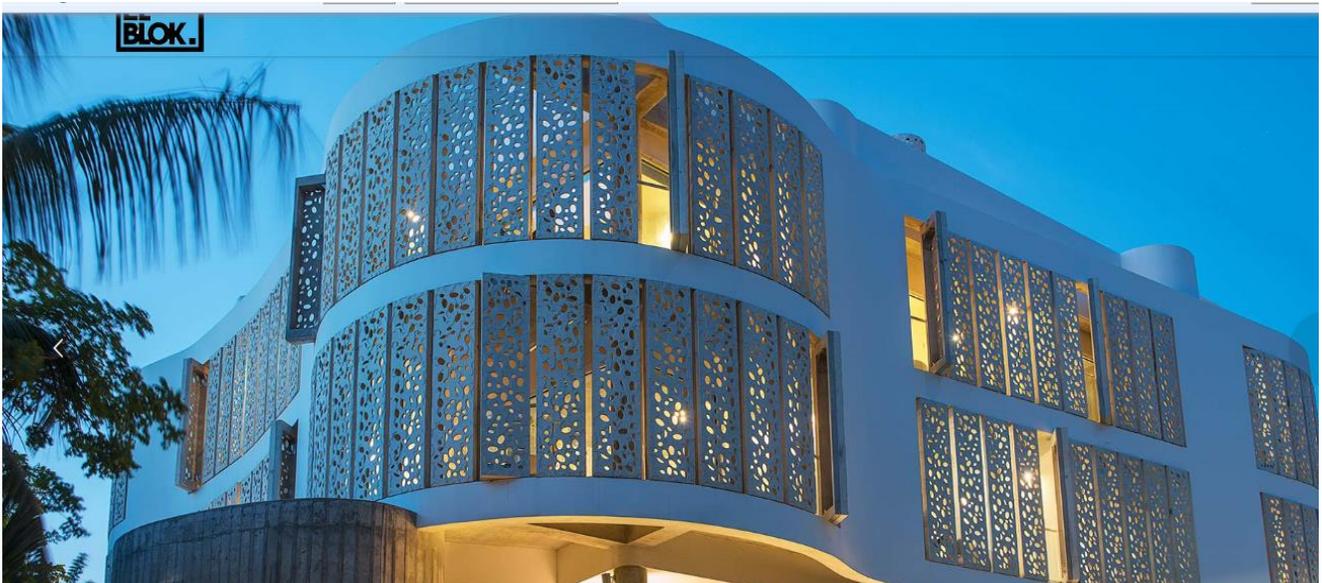


Ilustración 14, Extraída con fines didácticos "HOTEL EL BLOK "Concreto con fibra de vidrio, 25-6-15 <http://www.elblok.com/>

### I.1.1. Industrialización / Prefabricación

La prefabricación en la construcción aparece desde la antigüedad: la utilizaron los egipcios, al igual que los romanos, los mayas, quizás, el primer precedente de prefabricación modular se remonte al siglo XVI, cuando Leonardo da Vinci recibió el encargo de planificar una serie de nuevas ciudades en la región de Loire, durante la guerra entre franceses e ingleses, donde el ejército de Francisco I y Enrique II planificó las batallas contra Inglaterra construyendo pabellones de madera prefabricados que albergaran a sus soldados durante la ofensiva. Siguiendo una técnica muy similar, en 1578 también se levantó en la tierra de Baffin (Canadá) una casa prefabricada de madera que había sido construida en Inglaterra <sup>14</sup>(Jauregui & V., 2009) Asimismo, en 1624, la Great House, una casa de madera modular, construida por Edward Winslow en Inglaterra, fue trasladada y montada en Massachussets, al otro lado del Atlántico<sup>15</sup> (Alonso, 1974).

Tras una primera aplicación para la producción de macetas, en 1892 Edmond Coignet levantó el que parece ser el primer edificio totalmente compuesto por elementos prefabricados de concreto armado; se trataba del Casino Municipal de Biarritz, diseñado por el arquitecto Calinaud . De ahí en adelante, más de cien años de evolución<sup>16</sup>(Jauregui & V., 2009)

La empresa Ed. Coignet de París emplea vigas prefabricadas de concreto armado para la construcción del casino de Biarritz. En 1900 se premoldean en EE.UU. los primeros elementos de concreto armado de gran tamaño para cubiertas. Se utilizan placas de 1,20 m por 5,00 m, con un espesor de 5cm. En países industrializados como Inglaterra y EE.UU., genera la necesidad de proyectos de edificación basados en la prefabricación. En 1907 Grosvenor Atterbury desarrolla un sistema cerrado de construcción de viviendas mediante grande paneles aligerados de concreto. En 1908 Thomas A. Edison inventa y patenta un sistema para construir edificios de dos y tres plantas mediante el vertido de concreto en moldes metálicos de manera continua. El concreto era elevado con cinta transportadora.

En 1919, Clark Noble Wisner <sup>17</sup> (Wisner, 1920) presentó una mejora para la construcción de edificios de concreto, basada en el montaje de un edificio compuesto por el menor número posible de unidades, que serían prefabricadas en concreto y transportadas a obra para su ensamblaje<sup>18</sup>(Jauregui & V., 2009)

A lo larga del primer tercio del siglo continuaron desarrollándose sistemas constructivos basados en la prefabricación, 1928 Eugene Freyssinet patenta el pretensado. Este gran invento viene a revolucionar la construcción con concreto, que entonces era un material inerte, pasivo, de fácil degradación a través de las inevitables fisuras, dada su baja capacidad de resistir esfuerzos de tracción.

El concreto se convierte, gracias al pretensado, en un material activo, que trabaja principalmente a compresión, lo cual le daría su carácter isótropo. Es un material noble, con unas condiciones de durabilidad buenas. Para ello fue necesario el desarrollo de aceros de alto límite elástico y concreto de grandes resistencias a compresión.

La construcción industrializada es la mecanización de las técnicas de construcción y tiene una relación directa con la prefabricación, que es la producción de elementos constructivos fuera o al pie de la obra. Cuando estos elementos constructivos son producidos en serie se dice que son industrializados, pues en su fabricación se siguen procedimientos industriales.

“Existen 4 componentes principales de la industrialización:

1.- Especialización, 2.- Estandarización, 3.- Mecanización, 4.- Concentración, objetivos principales de la industrialización: abatir costos, mejorar calidad, aumentar productividad<sup>19</sup>”(Rosmalen, 2009)

<sup>14</sup> Jauregui, G., & V. (2009). Habidite: viviendas modulares industrializadas. *Informes de la Construcción*.

<sup>15</sup> Alonso, A. (1974). *Prefabricación: Teoría y práctica*. España: Barcelona.

<sup>16</sup> Jauregui, G., & V. (2009). Habidite: viviendas modulares industrializadas. *Informes de la Construcción*.

<sup>17</sup> Wisner, C. N. (1920). No. 144.913.

<sup>18</sup> Jauregui, G., & V. (2009). Habidite: viviendas modulares industrializadas. *Informes de la Construcción*.

<sup>19</sup> Rosmalen, J. V. J. (2009). *Industrialización y Prefabricación en la Arquitectura*. México: Posgrado de Arquitectura.

## I.1.2 Evolución de los sistemas prefabricados en concreto

Los sistemas prefabricados de concreto se han extendido por todo mundo, y han sido utilizados en una amplia variedad de tipologías de edificios. De hecho, ha sido tan crecida su utilización que, en apenas 60 años han evolucionado considerablemente, y pasando por tres etapas bien diferenciadas.

“La primera etapa corresponde a la utilización de los sistemas prefabricados de grandes paneles, desarrollados en Europa a principios de los cincuenta para solucionar el problema de la vivienda ocasionada por su destrucción masiva durante la guerra. Estos sistemas tenían unas limitaciones importantes, sobre todo debido a los altos costos iniciales de las plantas de fabricación y al reducido radio de acción para los traslados de las piezas”<sup>20</sup>(Garrido, 2010)

“La segunda etapa corresponde al desarrollo de sistemas prefabricados semi-pesados y ligeros. En estos sistemas se puede destacar la incorporación de componentes industrializados de tamaño medio, con las facilidades que ello conlleva en cuanto a traslado y montaje. Los requerimientos de capital para el desarrollo de una fábrica estas características son menores, y el radio de acción de producción desde una fábrica es mucho mayor. Por otro lado, estos sistemas tienen también una mayor libertad de diseño”<sup>21</sup>(Garrido, 2010)

“La tercera etapa, corresponde a los sistemas prefabricados que incorporan todo tipo de componentes realizados en las fábricas y que poseen una gran flexibilidad de ejecución, sin grandes limitaciones de tamaño y con costos adecuados. Este tipo de sistemas tiene una ventaja adicional ya que son capaces de proporcionar un determinado número de piezas básicas industrializadas (componentes estándar). Estas piezas pueden ensamblarse entre sí, en talleres intermedios, formando componentes arquitectónicos más complejos. Por último, estos componentes son ensamblados entre sí en la obra”<sup>22</sup>(Garrido, 2010)



Ilustración 15, Extraída con fines didácticos, "HOTEL SAN REGIS", 22-11-16  
[https://www.google.com.mx/search?q=hotel+regis+1927&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiwhMPqj9XRAhUL1oMKHTEzDuAQ\\_AUIBigB#tbm=isch&q=hotel+regis+1927+en+mexico&imgcr=nsHwneamv5o2YM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=hotel+regis+1927&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiwhMPqj9XRAhUL1oMKHTEzDuAQ_AUIBigB#tbm=isch&q=hotel+regis+1927+en+mexico&imgcr=nsHwneamv5o2YM%3A)

En México las nuevas técnicas se empezaron a utilizar en 1927, Con el ingeniero Rebolledo empleó en la construcción del hotel Regis vigas prefabricadas de concreto armado, la prefabricación se fue consolidando poco a poco. En un inicio las técnicas eran copiadas de otros países, pero con el tiempo empezaron a surgir empresas especializadas en prefabricación. Esta consolidación ocurrió en los años sesenta y principios de los setenta .El aumento reciente del uso de los prefabricados comenzó alrededor de 1955; la relativa facilidad con que era posible reproducir una amplia gama de formas, diseños, colores, texturas a bajo costo comparado con algún otro sistema tradicional”<sup>23</sup>(Rosmalen, 2009).

<sup>20</sup> Garrido, L. d. (2010). Situación actual de la construcción prefabricada en Europa. 2010, 3. Retrieved from website: <http://www.accioecologistagro.org/spip.php?article2343>

<sup>21</sup> IDEM

<sup>22</sup> IDEM

<sup>23</sup> Rosmalen, J. V. J. (2009). Industrialización y Prefabricación en la Arquitectura. Mexico: Posgrado de Arquitectura.

### I.1.3 Aspectos Generales

En México, la construcción industrializada no se debe considerar como sustituta de la tradicional; ambas formas deben coexistir y ofrecer soluciones alternativas, según sean los requerimientos. Cabe mencionar que, hoy en día, se tiende a confundir el término industrialización con el de prefabricación sin tener muy claros realmente que significan estos dos conceptos: La *prefabricación* se puede definir como el sistema constructivo que se basa en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva conforman el todo o una parte de un edificio o construcción. Es decir, las operaciones en el terreno son de montaje y no de elaboración. En cambio, industrialización se define como el proceso productivo que emplea materiales, medios de transporte y técnicas mecanizadas en serie para obtener una mayor productividad.

Cuando los prefabricados son producidos en serie se dice que son industrializados, esta forma de construir es mucho más racional que la de los sistemas tradicionales y conlleva una serie de ventajas que permiten construcciones rápidas, con mayor calidad y más económicas.

El progreso tecnológico es un factor importante en el avance de la construcción industrializada, pero no el único, ya que tiene una relación directa con aspectos socioeconómicos, científicos, culturales e ideológicos, además de los avances tecnológicos e industriales.

Los prefabricados en concreto, tanto en edificación como obra civil, proporcionan en el campo técnico y en el económico, soluciones altamente competitivas, asegurando la durabilidad, se puede decirse que, hoy por hoy, se pone el acento sobre una aportación estética en el diseño, compaginando su utilidad con el paisaje.

En la actualidad se ha abierto un gran camino a las empresas que realizan elementos prefabricados, sobre todo de concreto. Los productores y la ingeniería han permitido una mayor flexibilidad en el diseño de edificios prefabricados dando así respuesta a las demandas de calidad mínimas requeridas por el sector. Esta evolución se ha realizado a partir de dos aspectos clave: mejorar los medios de producción, debido a los avances tecnológicos aplicadas a los materiales y a los sistemas productivos; y optimizar la organización de la producción, dotando a las plantas de fabricación de la flexibilidad necesaria para realizar productos que aportan soluciones a distintas partes de las edificaciones y creando productos adaptables a diferentes tipos de construcciones para evolucionar hacia un sistema abierto de diseño.

Ilustración 16, Extraída con fines didácticos "TORRE ALTUS" 22-I-17

[https://www.google.com.mx/search?q=torre+altus&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiIcQp9XRAhVo0oMKHSmLDgcQ\\_AUIBygC#imgrc=B7bNTYhIZuUIVM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=torre+altus&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiIcQp9XRAhVo0oMKHSmLDgcQ_AUIBygC#imgrc=B7bNTYhIZuUIVM%3A)

Ilustración 17, Extraída con fines didácticos "REFORMA 222" 16-I-17 [http://es.wikipedia.org/wiki/Reforma\\_222/](http://es.wikipedia.org/wiki/Reforma_222/)

Ilustración 18, Extraída con fines didácticos "TORRE EDMONDS" 22-I-17

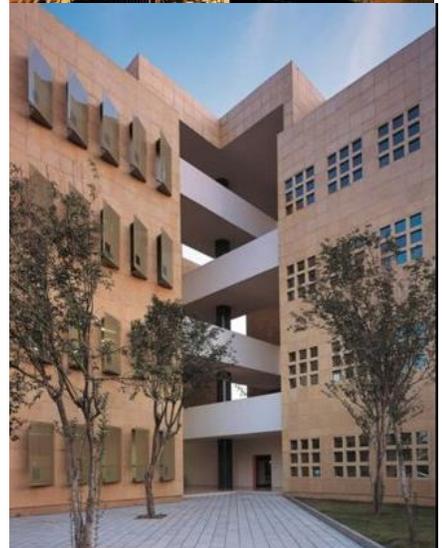
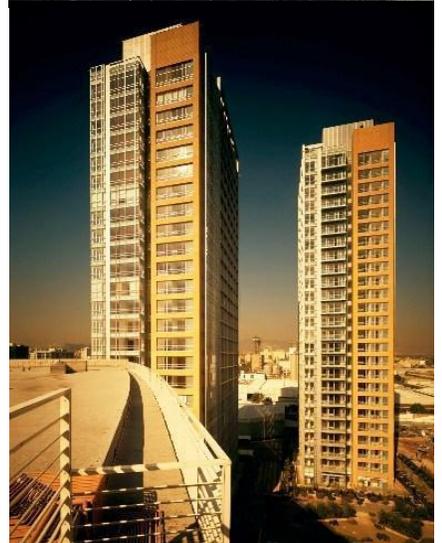
[https://www.google.com.mx/search?q=torre+altus&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj7\\_KaxndXRAhWlx4MKHVc4ACsQ\\_AUIBygC#tbn=isch&q=TORRE+EDMONDS&imgdii=o28IPMuW8\\_mSPM%3A%3Bo28IPMuW8\\_mSPM%3A%3BFo-u7UWDtzFL0M%3A&imgrc=o28IPMuW8\\_mSPM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=torre+altus&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj7_KaxndXRAhWlx4MKHVc4ACsQ_AUIBygC#tbn=isch&q=TORRE+EDMONDS&imgdii=o28IPMuW8_mSPM%3A%3Bo28IPMuW8_mSPM%3A%3BFo-u7UWDtzFL0M%3A&imgrc=o28IPMuW8_mSPM%3A)

Ilustración 19, Extraída con fines didácticos "TEC DE MONTERREY CAMPUS SANTA FE" 22-I-17

[https://www.google.com.mx/search?q=tec+de+monterrey+campus+santa+fe&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjVuMWooNXRAhXn44MKHVy5Ao4Q\\_AUIBygC&dpr=1#imgrc=1x5EaLty1Yj8jM%3](https://www.google.com.mx/search?q=tec+de+monterrey+campus+santa+fe&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjVuMWooNXRAhXn44MKHVy5Ao4Q_AUIBygC&dpr=1#imgrc=1x5EaLty1Yj8jM%3)

Ilustración 20, Extraída con fines didácticos "CORPORATIVO ANTARA" 1-OCT-16

[https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+antara&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEWjy-aWit9XRAhXpziMKHfbSA\\_AQ\\_AUIBygC#imgrc=ziLTNzIkskCccM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+antara&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEWjy-aWit9XRAhXpziMKHfbSA_AQ_AUIBygC#imgrc=ziLTNzIkskCccM%3A)



Cada día la imaginación del hombre apoyada de nuevas tecnologías generan ideas de diseño que se convierten en construcciones más novedosas que requieren para su construcción de elementos de concreto flexible, el prefabricado ha demostrado que posee estas cualidades y responde a cualquier exigencia de diseño.

Las innovaciones técnicas y comerciales forman el surgimiento del nuevo mercado en el revestimiento de construcciones comerciales y de oficinas, el diseño de estos elementos resuelve el carácter plástico del edificio hasta factores prácticos y funcionales tales como juntas, goteros. Mejores métodos de fabricación y materiales nuevos para la fabricación del precolados han impulsado el crecimiento de los elementos, los cuales tienen la ventaja de que pueden enviarse al lugar de la edificación y podrán ser instalados rápidamente, el tamaño de los elementos, está en estrecha relación con la conveniencia de su manejo, transporte y montaje y que exista una lógica entre el proceso de diseño y el proceso de producción y construcción, el proceso de producción del precolado se puede dividir en dos categorías generales: en sitio y en planta con la aplicación de líneas de producción muy definidas como: vaciado, acabado, transporte.

*“La fachada libre: complementario del punto interior, los pilares se retrasan respecto de la fachada, liberando a ésta de su función estructural. En la vivienda, al igual que en un cuadro, tiene que haber una división equilibrada entre partes abiertas y partes ciegas”*<sup>25</sup>(Corbusier).

“Los nuevos avances tecnológicos y la ciencia están llegando a materiales tan milenarios como el concreto, a través de innovaciones enfocadas a mejorar sus propiedades para lograr un material cada vez más “inteligente” a la vez que sea “respetuoso” con el medio ambiente”<sup>26</sup>(Muñoz Tamara, 2011).

El concreto en la construcción es el más material más utilizado y tiene varias propiedades como alta resistencia a la compresión, rigidez y durabilidad<sup>27</sup>(College, 2014). Normalmente el refuerzo consiste en barras de acero o pretensado tendones<sup>28</sup> (Rao & Mouli, 2012) La resistencia y durabilidad de la vida del puede cambiarse al hacerse los cambios apropiados en su ingredientes como material de cemento, agregados y agua mediante la adición de algunos ingredientes especiales. Por lo tanto, el concreto puede ser considerado como un material adecuado para una amplia gama de aplicaciones, una de las adiciones utilizadas al concreto es la fibra de vidrio.

Debido al uso de fibras de vidrio en una matriz de concreto se puede mejorar una gran cantidad de propiedades tales como la disminución de la grieta y el desarrollo de grietas en el concreto. Las fibras de vidrio son capaces de mejorar la resistencia a la flexión debido a su alta resistencia a la tracción y su buena unión con la matriz de cemento(G, 2012). Ejemplos: el uso en elementos prefabricados en la construcción de las fachadas, barreras de ruido, lugar de cimbras, paneles resistentes al fuego, los elementos de diseño en el interior o para la restauración de fachadas. En Alemania hay algunas normas que se ocupan de métodos de ensayo para fibra de vidrio con concreto armado<sup>29</sup> (Ku, Wang, Pattarachaiyakoop, & Trada, 2011). Estas normas se utilizan para probar paneles delgados de fibra de vidrio tradicional de concreto armado con alto contenido de fibra de vidrio.

<sup>25</sup> Corbusier, L. Los cinco puntos de una nueva arquitectura. Retrieved from Arte España website: <http://www.arteespana.com/lecorbusier.htm>

<sup>26</sup> Muñoz Tamara, J. (2011). La piel de la Nueva Arquitectura esta hecha de valores sostenibles. *Nueva Construcción*, 24.

<sup>27</sup> College, P. R. M. (2014). Glass Fiber Reinforced Concrete & Its Properties. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH*

<sup>28</sup> Rao, D. P. S., & Mouli, D. C. (2012). Durability studies on glass fiber reinforced concrete. *engineering science: An international journal*, 1, 37-42.

<sup>29</sup> Ku, H., Wang, H., Pattarachaiyakoop, N., & Trada, M. (2011). A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering*, 42(4), 856-873. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.01.010>



Ilustración 21, Extraída con fines didácticos, "UNIVERSIDAD WESTH HILL"15-6-15 <http://www.gruporioboo.com/westhill2.jpg>

Las fachadas ligeras son la característica esencial de la arquitectura contemporánea. El avance de las técnicas y los materiales constructivos permite crear envolventes a los edificios mucho más personalizadas, con diseños espectaculares que pasan a transformar el carácter de su entorno urbano. Pero el reto actual de las fachadas arquitectónicas no es solo estético; cada vez tienen más importancia valores como la sostenibilidad, la seguridad y el confort<sup>30</sup> (Muñoz Tamara, 2011).



Ilustración 22, Extraída con fines didácticos "PALACIO DE JUSTICIA DE TOLUCA"26-4-14 <http://www.fapresa.com.mx/todas.html>

Existen varias empresas mexicanas preocupadas por la búsqueda de estos nuevos materiales y que ya comienzan a dar nuevas soluciones por ejemplo: "Fapresa S.A DE C.V. Es una empresa familiar fundada en 1970, dedicada a la fabricación de precolados arquitectónicos de concreto, el conocimiento y destreza artesanal de sus trabajadores les permite crear prefabricados arquitectónicos en diversas formas y geometrías, lo cual permite brindar al arquitecto la opción de crear el paisaje urbano con libertad de expresión, actualmente se procesan más de 120,000 m<sup>2</sup> anualmente"<sup>31</sup>(Fapresa., 2010)

<sup>30</sup> Muñoz Tamara, J. (2011). La piel de la Nueva Arquitectura está hecha de valores sostenibles. *Nueva Construcción*, 24.

Ilustración 20 Extraída con fines didácticos, "UNIVERSIDAD WESTH HILL"15-6-15 <http://www.gruporioboo.com/westhill2.jpg>

Ilustración 21 Extraída con fines didácticos "PALACIO DE JUSTICIA DE TOLUCA"26-4-14 <http://www.fapresa.com.mx/todas.html>

<sup>31</sup> Fapresa. (2010). Fachadas Prefabricadas. 2014, from [www.fapresa.com.mx](http://www.fapresa.com.mx)



Ilustración 23, Extraída con fines didácticos "CORPORATIVO ALTABRISA" 1-10-16

[https://www.google.com.mx/search?q=liverpool+altabrisa&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjIrdHKttXRAhWJhlQKHf7wCXUQ\\_AUICCgD#imgrc=JXv8K8tjp-G00M%3A](https://www.google.com.mx/search?q=liverpool+altabrisa&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjIrdHKttXRAhWJhlQKHf7wCXUQ_AUICCgD#imgrc=JXv8K8tjp-G00M%3A)



Ilustración 24, Extraída con fines didácticos, "RESIDENCIAL DEL BOSQUE" 1-10-16 <http://www.fapresa.com.mx/todas.html>

Ilustración 25, Extraída con fines didácticos, "TORRE MAYOR" 1-10-15 <http://www.fapresa.com.mx/todas.html>

“FAPRESA ofrece a sus clientes el primer servicio de diseño e ingeniería en línea en el mercado mexicano, un sistema de trabajo en equipo que permite crear un prefabricado estético, perdurable y altamente eficiente.

Los prefabricados, sin lugar a dudas, se encuentran en su mejor época; cada día son requeridos con mayor frecuencia dada sus enormes bondades no sólo durante el proceso constructivo, sino también en materia de mantenimiento”<sup>32</sup>(Fapresa., 2010)

<sup>32</sup> Fapresa. (2010). Fachadas Prefabricadas. Retrieved from [www.fapresa.com.mx](http://www.fapresa.com.mx)

Pretecsa, S.A DE C.V “tiene sus inicios en 1968, con la fundación de prefabricados técnicos de la construcción s.a. de c.v. es una empresa 100% mexicana es pionera en fabricación, transporte e instalación de elementos prefabricados de concreto arquitectónico y concreto reforzado con fibra de vidrio (Glass Fiber Reinforced Concrete GFRC). Han fabricado más de 900 obras en México y el extranjero”<sup>33</sup> fabrica fachadas prefabricadas, productos de concreto para urbanización y vivienda, mobiliario urbano, esculturas, fabricados en concreto arquitectónico o concreto ligero reforzado con fibra de vidrio (GFRC), la fabricación de estos elementos cuentan con procesos certificados, normas Internacionales, tecnología de punta, ha recibido varios premios a nivel nacional e internacional como de la Architectural Precast Association (APA), del Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI), es la primera empresa mexicana exportadora a gran escala de precolados a Norteamérica, además de ser miembro del PCI participa aportando soluciones en el desarrollo de la tecnología y los estándares de prefabricación mundial”<sup>34</sup>(PRETECSA, 2014)



Ilustración 26, Extraída con fines didácticos "TEC DE MONTERREY CAMPUS PUEBLA", 10-09-14 <http://www.pretecsa.com/>  
 Ilustración 27, Extraída con fines didácticos "EMBAJADA DE FRANCIA EN MÉXICO" 10-09-14 <http://www.pretecsa.com/>



Ilustración 28, Extraída con fines didácticos "BIBLIOTECA SALT LAKE CITY"10-09-14 <http://www.pretecsa.com/> Imagen extraída con fines didácticos 10-09-2014  
 Ilustración 29, Extraída con fines didácticos "CENTRO COMERCIAL PLAZA MOLIÈRE"10-09-14, <http://www.flickrriver.com/photos/tags/plazamoliere/interesting>

Los prefabricados que ofrecemos son:

- Prefabricados de concreto tradicional
- Prefabricados de concreto polimérico
- Prefabricados de concreto reforzado con fibra de vidrio (GFRC)

<sup>33</sup> PRETECSA, S. A. (2014). PrefabricadosTécnicos de la Construcción. Retrieved Agosto 22, 2014, from <http://www.pretecsa.com/16.html>

<sup>34</sup> IDEM

“Núcleos Integrales S.A. de C.V. Fundada en 1974, es una empresa innovadora en la industria de la construcción, en utilizar métodos prefabricados de concreto. Hoy en día, y con más de 30 años de existencia, Núcleos Integrales mantiene su filosofía, destacando dentro de la industria de la construcción nacional no sólo mediante la introducción de nuevos sistemas de construcción, sino mejorando los existentes. Gracias a su alto control de calidad, y a un personal excelentemente capacitado y especializado, Núcleos Integrales ha desempeñado un papel destacado en el proceso de desarrollo de la infraestructura con la construcción de más de 180 obras en México y consolidándose así como una de las empresas más importantes de su ramo en el país”<sup>35</sup> (Integrales, 2014).

Los prefabricados que ofrecemos son:

- Prefabricados de concreto hidráulico
- Prefabricados de concreto polimérico
- Prefabricados de concreto reforzado con fibra de vidrio (GFRC)
- Prefabricados aligerados



Ilustración 30, Extraída con fines didácticos "CORPORATIVO LIVERPOOL" [http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrales/docs/nucleos\\_integrales\\_web.pdf](http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrales/docs/nucleos_integrales_web.pdf)

Ilustración 31, Extraída con fines didácticos "TEC DE MONTERREY" [http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrales/docs/nucleos\\_integrales\\_web.pdf](http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrales/docs/nucleos_integrales_web.pdf)



Ilustración 32, Extraída con fines didácticos "POSGRADO DE ECONOMIA"23-06-14 <https://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Flegorretalegorreta.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2011%2F03%2F4.-UNAM-500x420.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Flegorretalegorreta.com%2Fbiblioteca-de-la-facultad-de-economia-de-la-unam%2F&docid=uLYVq8u-SOagM&tbid=5U1kbCt5HFm7gM%3A&vet=1&w=500&h=420&bih=598&biw=1366&q=POSGRADO%20DE%20ECONOMIA&ved=0ahUKEwi4pMLI3N3RAhWEMGMKHbk6Dm8QMwgpKA4wDg&iact=mr&uact=8#h=420&imgdii=5U1kbCt5HFm7gM%3A%3B5U1kbCt5HFm7gM%3A%3BnhnG2MEqRdkM%3A&vet=1&w=500>

Ilustración 33, Extraída con fines didácticos "REFORMA 222" 23-06-15 [http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrales/docs/nucleos\\_integrales\\_web.pdf](http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrales/docs/nucleos_integrales_web.pdf)

<sup>35</sup> Integrales, N. (2014). Núcleos Integrales. 2014, from <http://nucleosintegrales.com/>

Opticretos es otra empresa ubicada en el Norte de la República mexicana, que ofrece todo tipo de precolados arquitectónicos como muros sólidos, sandwich, sistemas de losa de concreto aparente Modulcrete II, bardas prefabricadas, cercas, sistema de pisos, entre otros, son la única compañía fabricante del sistema de fachadas SlenderWall en México, alianza con sistemas óptimos constructivos así como de Easi-Set Industries. Así como también el concreto translucido, es un concreto polimérico compuesto a base de cemento, agregados y aditivos. Permite el paso de la luz y desarrolla características mecánicas superiores a la del concreto tradicional, está diseñado bajo patentes mexicanas. El concreto translucido tiene una resistencia a la compresión de 450 kg/cm<sup>2</sup>. Además, no absorbe agua, peso volumétrico 30% menor al del concreto tradicional. Tiene una gran variedad de aplicaciones, por ejemplo: Muros, cubiertas para cocina, placas para lavabos, pisos, tragaluces, mamparas, ventanas ciegas, repisas, mesas de centro, escaleras, terrazas, lámparas, macetas<sup>36</sup>(Opticretos,



2014).

Ilustración 34, Extraída con fines académicos "CENTRO DE CONGRESOS"

Ilustración 35, Extraída con fines didácticos, "FACULTAD DE ARQUITECTURA" Coahuila

Al igual que en México el crecimiento de las fachadas prefabricadas se ha dado en diferentes países de Europa en donde existe una clara preocupación por la creación de materiales sustentable, sus procesos de producción son más industriales que en nuestro país que claramente se identifica que son artesanales pero que empiezan a incorporar maquinaria y tecnología de otros países. A continuación mencionare algunas de las empresas dedicadas a la prefabricación ubicadas en España.

<sup>36</sup> Opticretos, P. A. (2014). Precolados Arquitectonicos. Retrieved from Opticretos, Precolados Arquitectonicos website: <http://opticretos.com/>

Ilustración 33, Extraída con fines académicos "CENTRO DE CONGRESOS, Ciudad de las Artes"22-01-17 <http://www.queretaro.travel/fichatecnica.aspx?q=KP71r1ORWRVxaxNGzE44HQ==>

Ilustración 34 Extraída con fines didácticos, "FACULTAD DE ARQUITECTURA" Coahuila 3-03-15 <http://opticretos.com/projects/facultad-de-arquitectura-universidad-autonoma-de-coahuila/>

Tierra Armada es una empresa fundada en Francia en 1968, como podemos verlo no solo realiza obra en España sino en varios países de América Latina y el resto de Europa, tiene presencia en los 5 continentes, tierra armada está basado en el refuerzo del macizo de relleno gracias a unos flejes, metálicos o sintéticos, que provocan el rozamiento con el terreno. Así, el propio macizo se convierte en muro de contención <sup>37</sup>(Tierra Armada, Agosto 2014).

En los procesos de producción en la planta de Tierra Armada podemos identificar claramente los controles y calidad que se tienen en la fabricación de los elementos desde que se fabrica la pieza hasta su transporte en obra, el almacenaje de los insumos y el cuidado y manejo de los mismos.



Ilustración 36, obtenidas con fines didácticos "MOLDES DE ACERO" 26-agosto-14, Foto Maribel Jaimes T.

Ilustración 37, obtenida con fines didácticos "LINEAS DE PRODUCCIÓN" 26-agosto-14, Foto Maribel Jaimes T.



Ilustración 38, capturada con fines didácticos, "COLOCACIÓN ARMADO EN MOLDE" 26-agosto-16, foto Maribel Jaimes T.

Ilustración 39, capturada con fines didácticos "ESTIBA Y ACABADO EN PLANTA" 26-agosto-14, foto Maribel Jaimes T.



Ilustración 40, capturada con fines didácticos " ESTIBA PARA TRANSPORTE" 26-agosto-14 foto Maribel Jaimes Torres

Ilustración 41, capturada con fines didácticos "TRANSPORTE" 26-AGOSTO-14 foto Maribel Jaimes Torres

<sup>37</sup>Tierra Armada, S. A. (Agosto 2014). Tierra Armada, Sustainable Technology. 2014, from [http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6&Itemid=13](http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=13)

Tierra Armada tiene presencia en varios continentes como Europa, Asia y América. Con diferentes productos al mercado y la aplicación de nuevos materiales, buscando como siempre ofrecer calidad e innovación en sus productos como: concreto con virutas de madera entre otros.



Ilustración 42, Extraída con fines didácticos "MUIROS PANTALLA FOTOABSORBENTES, ANTI-RUIDO" AGOSTO 2014 [http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com\\_content&view=article&id=122&Itemid=43&lang=es](http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=43&lang=es)

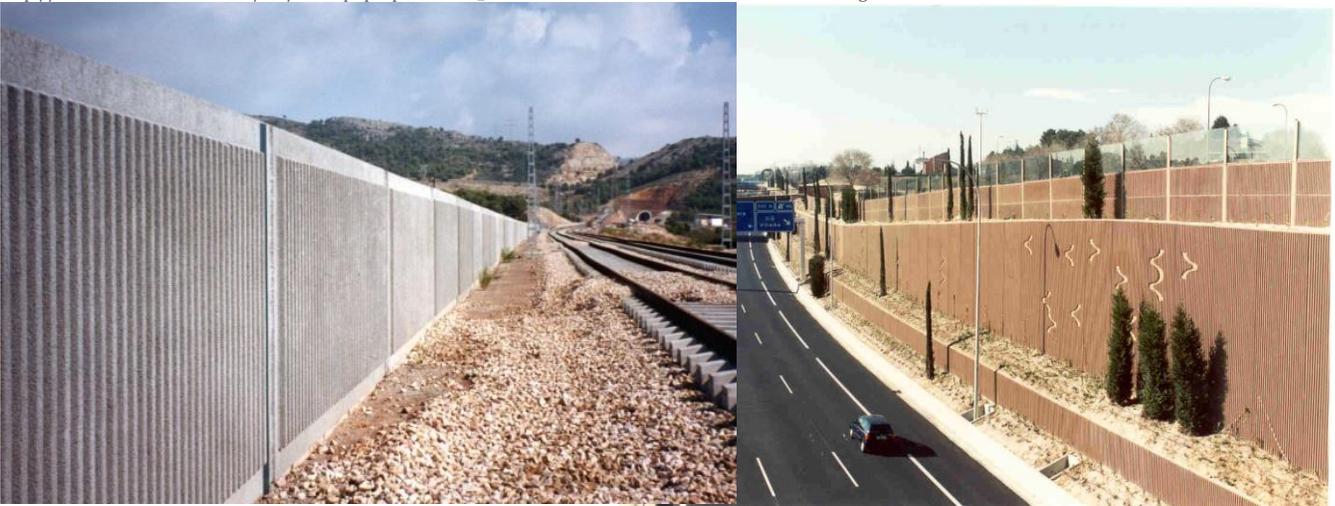


Ilustración 43 Extraída con fines didácticos " PANTALLAS ANTI-RUIDO MODULARES/ JARDINABLES" Agost. 14 [http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com\\_content&view=article&id=122&Itemid=43&lang=es](http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=43&lang=es)



Ilustración 44 Extraída con fines didácticos " PANTALLAS ANTI-RUIDO MODULARES/ JARDINABLES" Agost. 14 [http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com\\_content&view=article&id=122&Itemid=43&lang=es](http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=43&lang=es)

PREHORQUI S.A. Empresa fundada en 1988; se dedica a la ejecución de Elementos Prefabricados de concreto Arquitectónico. es miembro de la Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de concreto (ANDECE) y socio fundador de la Asociación Nacional de Fabricadores de Hormigón Arquitectónico (ANFHARQ) han ejecutado obras y montajes para empresas constructoras punteras, tanto en el territorio nacional como internacional. Entre estas últimas destacan los estadios de fútbol de Guinea Ecuatorial, donde PREHORQUISA participa en colaboración con una nueva empresa de prefabricados (ACON, S.L.) situada en la ciudad de BATA, con el fin de desarrollar los prefabricados de concreto en el país africano, junto con otras empresas del Grupo, han trabajado en Angola, Argelia, Cuba, Nicaragua, Portugal y Venezuela así como también en Perú. Ha desarrollado investigaciones en el funcionamiento del concreto de muy baja retracción, concretos armados con fibras y la utilización de materiales provenientes del reciclaje. Durante los años anteriores se ha esforzado por la investigación de concreto de alta capacidad portante y fijándose mucho en la durabilidad de los materiales<sup>38</sup>(Prehorquisa, 2014)



Ilustración 45, Extraída con fines didácticos "HOTEL IBEROSTAR CAMPO GIBRALTAR" 22-I-16 <http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/hoteles-en-prefabricados-de-hormigon/123-hotel-iberostar-campo-de-gibraltar.html>



Ilustración 46, Extraída con fines académicos "102 VIVIENDAS EN ALCORCON" 22-I-16 <http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/edificios-de-viviendas-en-altura-en-prefabricados-de-hormigon/132-102-viviendas-en-alcorcon.html>



Ilustración 47 Extraída con fines académicos "CENTRO DE SALUD PORTUGALETE BILBAO" 22-I-16 <http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/hospitales-clinicas-centros-de-salud-en-prefabricados-de-hormigon/174-centro-portugalete-bilbao.html>

<sup>38</sup> Prehorquisa. (2014). Prehorquisa, sus diseños en prefabricado. Retrieved Agosto 22, 2014, from <http://www.prehorquisa.com/>

INDAGSA, fue fundada en 1992, “con una clara vocación de **empresa de Ingeniería y Fabricación**. Desde entonces, y tras la experiencia adquirida por sus fundadores durante varias décadas de diseño y realización de estructuras prefabricadas para todo tipo de edificación, se crea el Sistema INDAGSA, un sistema de construcción industrializado cuya evolución constante ha permitido diseñar y llevar a cabo su aplicación de forma particularizada para cada Proyecto, de modo que se optimiza el empleo combinado de elementos industrializados de concreto, con **soluciones “in situ”** y soluciones tradicionales” realizan dos tipos de fachada cerramiento y portante.

El sistema constructivo INDAGSA se basa en la combinación de elementos prefabricados de hormigón con estructura “in situ”. Es un sistema de prefabricación abierta, puesto que permite combinarse con otros sistemas constructivos tradicionales. Hay que destacar el empleo de los paneles portantes como elementos con una doble función: estructural y de cerramiento. La unificación de las dos funciones en un solo elemento disminuye sensiblemente el plazo total de la obra. Las uniones del Sistema INDAGSA son del tipo “junta seca”, puesto que éstas se realizan con anclajes soldados, lo que confiere rigidez instantánea a la planta del edificio recién ejecutada”<sup>39</sup>(“Aguila et al., 2009).

Para el dimensionado del espesor de los paneles, Indagsa admite la formación de una articulación en el borde del panel considerado y, por tanto, aceptando que no se transmiten cargas de flexión entre forjado y paneles ni entre paneles. Todas estas cargas se ven afectadas por distintos tipos de “excentricidades” a considerar debidas a defectos de disposición, o a acciones del viento, sismo y causas térmicas <sup>40</sup>(“Aguila et al., 2009).

Las fachadas se realizan con paneles de concreto arquitectónico, que actúa como hoja exterior del cerramiento. Los paneles tienen un espesor de 8 cm, de concreto blanco, de cemento tipo BL1 y agregado blanco. estos paneles no asumen ninguna función estructural en el edificio, el anclaje de los paneles de fachada se realiza mediante chapas metálicas embebidas en los paneles, que se unen por soldadura a los paneles estructurales<sup>41</sup> (“Aguila et al., 2009).



Ilustración 48, Extraída con fines didácticos “VIVIENDA RESIEDENCIAL AL RAMBLA” Madrid, España, 11-08-14 www.indagsa.com



Ilustración 49, Extraída con fines didácticos, EDIFICIO DE OFICINAS GRUPO ORTIZ, Vallecas España, 11-08-14 www.indagsa.com

<sup>39</sup> “Aguila, d., A., Gomez, I., Borsetti, M., . . . S. (2009). Los edificios de paneles mas altos de España. *Informes de la Construcción*.

<sup>40</sup> IDEM

<sup>41</sup> IDEM

PREINCO, fundada en 1988, se dedica al desarrollo, fabricación y montaje de elementos prefabricados de micro concreto armado con fibra de vidrio (G.R.C.®) teniendo como objetivo primordial responder a los cada vez más necesarios procesos de industrialización y racionalización de la construcción, aprovechando el impulso tecnológico de nuestros tiempos miembro de la Asociación Internacional de Fabricantes de G.R.C.®, de la Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de concreto (“ANDECE”) y socio fundador de la Asociación Nacional de Fabricantes de Fachadas de concreto Arquitectónico<sup>42</sup> (“ANfhARQ”).

El GRC es un material compuesto, siendo su matriz un micro concreto de cemento Portland, armado con fibra de vidrio dispersa en toda la masa. El compuesto resultante presenta una sección aproximada de 1 cm., consiguiendo paneles de extrema ligereza. Es un material con total perdurabilidad (alta resistencia a flexión, tracción e impacto, incombustibilidad, impermeabilidad, resistencia a agentes atmosféricos, corrosión, etc.) que permite a los arquitectos desarrollar toda su capacidad creativa.



Ilustración 50 Extraída con fines didácticos "RESIDENCIAL ALEXANDRA "Barcelona 11-08-14 <http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/>

Ilustración 51 Extraída con fines didácticos "VIVIENDAS EN MARITURRI VITORIA"11-08-14 <http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/>

Ilustración 52 Extraída con fines didácticos "VIVIENDAS EN SAN CHINARRO, Madrid" 11-08-14 <http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/>



Ilustración 53 Extraída con fines didácticos "VIVIENDAS EN ARROYO DE LA VEGA, Madrid" 08-11-14 <http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/>

Ilustración 54 Extraída con fines didácticos "COMPLEJO ANEA-PLACE"11-8-14 <http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/>

Ilustración 55 Extraída con fines didácticos "INTERMODAL TANGER, Marruecos" 11-08-14 <http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/>

En toda esta búsqueda por crear nuevos materiales surgen materiales más ligeros que permiten el paso de la luz, llamados concretos translucidos estos materiales han tenido un mayor crecimiento en Europa sin descartar que en México se desarrolle investigación sobre estos materiales. Estos concretos presentan características diferentes en cada uno de ellos, pero tienen un común denominador, todos buscan el paso de la luz natural en menor o mayor cantidad.

<sup>42</sup> <http://www.preinco.com/>

En México Diego Rivera al construir el museo Anahuacalli (Coyoacán, Ciudad de México), inspirado en la arquitectura prehispánica, sustituyó toda ventana con láminas muy delgadas y pulidas de onix o mármoles, permitiendo el efecto de transmisión de luz al interior, dicho efecto combinado de la escala, la luz natural y la iluminación artificial le dan al museo un carácter solemne, corpulento y misterioso, es un ejemplo histórico interesante que casi está olvidado en la arquitectura moderna para su aplicación actual.



Ilustración 56 Extraída con fines didácticos "MUSEO ANAHUACALLI , Ventanas de Onix" 26-03-15 h  
[https://www.google.com.mx/search?q=museo+anahuacalli&biw=1366&bih=599&source=Inms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj95efv4tbRAHUk31MKHRYQAVAQ\\_AUIBygC&dpr=1#q=museo+anahuacalli+interior&tbn=isch&tbs=rimg:CU4i1PjT5F6sljhRGqMrLU](https://www.google.com.mx/search?q=museo+anahuacalli&biw=1366&bih=599&source=Inms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj95efv4tbRAHUk31MKHRYQAVAQ_AUIBygC&dpr=1#q=museo+anahuacalli+interior&tbn=isch&tbs=rimg:CU4i1PjT5F6sljhRGqMrLU)



Ilustración 57 Extraída con fines didácticos "MUSEO ANAHUACALLI" 18-1-16  
[https://www.google.com.mx/search?q=museo+anahuacalli&biw=1366&bih=599&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0pVtXx-bRAhVj5oMKHawsBy4Q\\_AUIBygC&dpr=1#q=museo+anahuacalli&tbn=isch&tbs=rimg:CQqfqaSfKwIlg0HSrRVPtFMzAQdEDJKf6xT0ioAp5VD8a4FORRUF1oAbd-19wxyx09G00hdtNuxOYU9FP6WcyoSCTQdKxFU9N8zEW53dreZlFhpKhIJMBB0QMkp-LoRqIcNez-GN3YqEgnFPQiggCnIUBG6xS-CksYgXSoSCfXrgXRRFFQXWEX6YK5dkaKwKhIlgP1377\\_13DLErRdYAmg4LQWcqEgkLT0bTSF202xGnx0\\_1ejqeoCosCbE5hT18\\_1pYLEbPYHhCnyfKI&imgcr=BB-p5pLj8rDMgM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=museo+anahuacalli&biw=1366&bih=599&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0pVtXx-bRAhVj5oMKHawsBy4Q_AUIBygC&dpr=1#q=museo+anahuacalli&tbn=isch&tbs=rimg:CQqfqaSfKwIlg0HSrRVPtFMzAQdEDJKf6xT0ioAp5VD8a4FORRUF1oAbd-19wxyx09G00hdtNuxOYU9FP6WcyoSCTQdKxFU9N8zEW53dreZlFhpKhIJMBB0QMkp-LoRqIcNez-GN3YqEgnFPQiggCnIUBG6xS-CksYgXSoSCfXrgXRRFFQXWEX6YK5dkaKwKhIlgP1377_13DLErRdYAmg4LQWcqEgkLT0bTSF202xGnx0_1ejqeoCosCbE5hT18_1pYLEbPYHhCnyfKI&imgcr=BB-p5pLj8rDMgM%3A)

Fue diseñado por el muralista Diego Rivera, retomando características de la arquitectura teotihuacana y mexicana. Se encuentra ubicado al sur de la ciudad de México.

ILUM “Es un concreto polimérico a base de una mezcla mineral de óxidos metálicos, polímeros, agregados finos y agregados gruesos, con propiedades mecánicas mejoradas del concreto, con niveles de paso de luz hasta de un 80%. Resistencia a la compresión mayor a 600kg/cm<sup>2</sup>. Resistencia a la flexión de 2.55 KN, y deflexión máxima de 1.55 mm. Permeabilidad del 0.05%. Es resistente a la corrosión; además posee propiedades fungicidas, lo cual lo hace útil en aplicaciones clínicas y de laboratorios”<sup>43</sup>(ILUM Technologies, 2013).

Ventajas “Ficha técnica<sup>44</sup>” (ILUM Technologies, 2013)

- Alta resistencia y durabilidad.
- Disminuye gastos en iluminación.
- Se maneja en distintos tipos de acabado.
- Apto tanto en interiores como en exteriores.
- Puede pigmentarse con una amplia gama de colores.
- La translucidez puede ser moderada desde el momento de la fabricación.
- Las dimensiones pueden adaptarse a las necesidades del cliente o del proyecto.
- Menores fisuras y mejor comportamiento en comparación al concreto tradicional.
- Por sus altas propiedades mecánicas, permite diseñar elementos con menores espesores.
- Descimbrado a las 24 horas de colado con un 70% de su resistencia final.



Ilustración 58 Extraída con fines didácticos, "CONCRETO TRANSLUCIDO ILUM" 22-1-17 <http://diegomallof.blogspot.mx/2012/06/hormigon-translucido-parte-2.html>



<sup>43</sup>ILUM Technologies, I. (2013). Concreto Traslucido. 2013, from [www.concretostranslucidos.com/.../ficha\\_tecnica\\_ilu](http://www.concretostranslucidos.com/.../ficha_tecnica_ilu)

<sup>44</sup>concreto translucido UAM Azcapotzalco / Imagen extraída con fines didáctico/ <http://www.publimetro.com.mx/vida/el-concreto-translucido-llama-la-atencion/pjee!6hRvK39NbjLOpmdAoyFbaw/> 11-08.14



Ilustración 59 Extraída con fines didácticos "LITRACON"

LiTraCon va más allá del clásico, es un material de construcción innovador con características translúcidas a partir de una mezcla de concreto con fibra de vidrio óptica. La idea principal detrás de este material interesante era la integración del vidrio: miles de fibras ópticas de un diámetro que puede ir de los 2 micrones a los 2 milímetros en capas o en celdas, en forma paralela a las dos caras del bloque. Una pared realizada con este material, denominado -LiTraCon, tiene la solidez y resistencia del concreto tradicional y además, gracias a las fibras de cristal que se le han incorporado, tiene la posibilidad de permitir visualizar las siluetas del espacio exterior de miles de fibras ópticas forman una matriz, y corren entre sí en forma paralela, entre las dos superficies principales de cada bloque “explica el arquitecto Arón Losonczi las fibras se integran en el concreto como añadido y la superficie obtenida sigue recordando al concreto homogéneo.

El material es translúcido porque las fibras de vidrio llevan la luz en forma de pequeños puntos a partir de una cara iluminado a la cara del bloque opuesto. Debido a las millares de fibras ópticas paralelas, la imagen del lado más claro de la pared aparece en el lado más oscuro sin ningún cambio”<sup>45</sup> (Aron LOSONCZI, 2008)



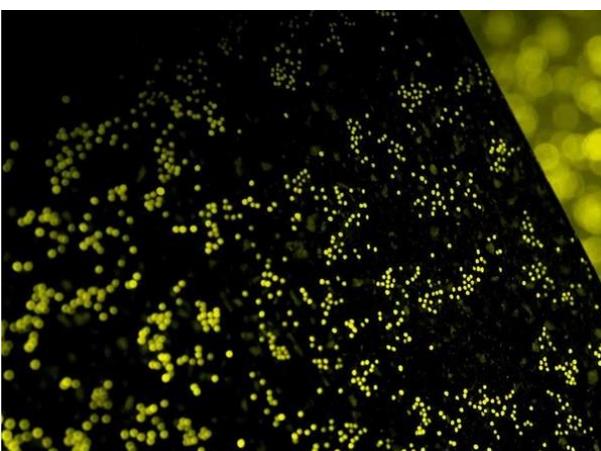
Ilustración 60 Extraída con fines didácticos "IBERVILLE VETERANS MEMORIAL 2008" 11-08-14 Imagen extraída con fines didáctico/ <http://www.litracon.hu/prod>



LUCCON El concreto translucido LUCCON se fabrica en grandes moldes con concreto de alta densidad y con cables de fibra óptica incrustados en la masa del concreto. El resultado final tiene el aspecto de la piedra natural y con un único patrón luminoso creado por casualidad. Con el corte del bloque se obtienen elementos de formatos y espesores variables, dimensión del panel 1.00 x .50 x .02 / 1.20 x .60 x 0.02 / 2.70 x .70 x .03. Características del producto, capa superior de hormigón de alta densidad, fibra óptica embutida, resistente a las heladas y al deshielo con sal, resistencia al fuego con clasificación A2, alta resistencia UV <sup>46</sup>



Ilustración 61 Extraída con fines didácticos "TIENDA SFC" Concreto translucido 16-06-2015 <http://www.archiproducts.com/es/productos/71584/revestimiento-de-pared-de-concreto-translucido-lucon-materialinnovativi.html> <http://www.lucon.com/es/implementation.php> 11-08.14



<sup>46</sup> <http://www.lucon.com/en/product/>

Ilustración 52 , Extraída con fines didácticos "LUCCON" 22-08-14 <http://www.archiproducts.com/es/productos/71584/revestimiento-de-pared-de-concreto-translucido-lucon-materialinnovativi.html> <http://www.lucon.com/es/implementation.php> 11-08.14

ITALCEMENTI Light “Es un panel de concreto prefabricado hecha por la combinación de un innovador mortero con resinas especiales, el resultado es un material nuevo capaz de transmitir el paso de luz natural luz artificial, también se pueden ver las imágenes de objetos situados detrás del panel”<sup>47</sup> (Department, 2011).

El Pabellón Italiano para la Expo Shanghái 2010 es el primer edificio que se ha hecho con paneles translucidos 3.774 paneles transparentes de se han producido y utilizado para cubrir una superficie total de 1.887 m<sup>2</sup>, que asciende a cerca del 40% de la cáscara entera del Pabellón. El efecto fue la creación de una secuencia de luces y sombras.

### Especificaciones del producto

Dimensiones de la pieza .50 x 1.00 x 0.5 cm

Limite elástico 1,92 MPa

Resistencia a la Compresión 60MPa

Resistencia a la flexión 8MPa

Módulo de Elasticidad 38 – 40000 MP



Ilustración 62 Extraída con fines didácticos, " PABELLON ITALIANO EXPO SHANGAI"11-08-14  
<http://www.italcementigroup.com/ENG/Research+and+Innovation/Innovative+Products/i.light/11-08.14>

ITALLIANO EXPO SHANGAI"11-08-14



Ilustración 63 Extraída con fines didácticos " PABELLON ITALIANO EXPO SHANGAI"11-08-14  
<http://www.italcementigroup.com/ENG/Research+and+Innovation/Innovative+Products/i.light/11-08.14>

ITALLIANO EXPO SHANGAI"11-08-14

<sup>47</sup> Department, I. (2011). I lighth Innovation by Italcementi Group. In I. Group (Ed.), (pp. 4-7-8-13). Italia. (Reprinted from: 2013).

### I.1.3 Tabla Comparativa de Fachadas Prefabricadas

En el siguiente cuadro podemos encontrar de una forma general, las empresas nacionales e internacionales que tienen mayor cobertura en cada uno de sus países, así como también las características principales de los materiales con que se fabrican sus fachadas.

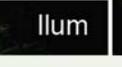
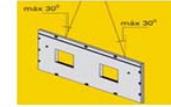
PAIS	EMPRESA	COBERTURA	TIPO DE CONCRETO	CARACTERISTICAS	IMAGEN
MÉXICO		Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León, Tabasco, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Zacatecas, Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Guatemala, Trinidad y Tobago	Concreto Arquitectónico	Concreto tradicional con agregados de mármol.	
MÉXICO		Monterrey, Estados Unidos Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León, Tabasco, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Zacatecas, Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal.	Concreto Arquitectónico / Concreto Reforzado con fibra de vidrio / Concreto Polimérico	Concreto tradicional con agregados de mármol. Concreto con fibra de vidrio, ligero Concreto a base de resinas	
MÉXICO		Distrito Federal, Guadalajara, Pachuca, Morelia, Durango, Tepic, Veracruz, San Luis Potosí, Mazatlán,	Concreto Arquitectónico / Concreto Reforzado con fibra de vidrio / Concreto Polimérico	Concreto tradicional con agregados de mármol. Concreto con fibra de vidrio, ligero Concreto a base de resinas	
MÉXICO		Monterrey, Estados Unidos	Concreto Arquitectónico / Concreto Reforzado con fibra de vidrio / Concreto Traslucido / SlenderWall	Concreto tradicional con agregados de mármol. Concreto con fibra de vidrio, ligero Concreto arquitectónico prefabricado, malla galvanizada, pernos Nelson termoprotectados y perfiles de acero galvanizado	
ESPAÑA		Madrid, Barcelona, Valencia, Asturias, Málaga, Tenerife, Zaragoza, Francia	Concreto Arquitectónico / Concreto con Virutas de Madera / Concreto con fibra de Vidrio	Concreto tradicional Concreto con fibra de vidrio, ligero Concreto ligero con virutas de madera	
MEXICO		Distrito Federal	Concreto Traslucido	"Es un concreto polimérico a base de una mezcla mineral de óxidos metálicos, polímeros, agregados finos y agregados gruesos". <a href="http://www.concretostraslucidos.com/pdf/ficha_tecnica_illum.pdf">http://www.concretostraslucidos.com/pdf/ficha_tecnica_illum.pdf</a>	
ITALIA		Francia, Italia, América del Norte, Grecia, Canadá, Estados Unidos	Concreto Traslucido	Resina y agregados naturales	
HUNGRIA		Hungría, Bruselas, Paris, Hong Kong	Concreto Transparente	Concreto con fibras ópticas	
ESPAÑA		Guinea Ecuatorial, Angola, Argelia, Cuba, Nicaragua, Portugal y Venezuela, España	Concreto Arquitectónico	Concreto con agregados naturales	
ESPAÑA		Madrid, Sevilla, Barcelona, Málaga, Guadalajara	Concreto Arquitectónico	Concreto con agregados naturales	
ESPAÑA		Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Málaga, Lisboa, Marruecos	Concreto Arquitectónico / Concreto Reforzado con fibra de vidrio	Concreto con agregados naturales	

Ilustración 64 Autor Maribel Jaimes T. "EMPRESAS QUE FABRICAN FACHADAS" 25-8-14

### I.1.5 CLASIFICACIÓN DE FACHADAS

Se denominan fachada a cualquier paramento exterior de una edificación. Se pueden clasificar en 3 tipos de fachada según su composición material, fachada in situ, fachada mixta y fachada prefabricada<sup>48</sup> (Francisco, 2010)



Fachada in situ, cerramientos constituidos por elementos pequeños (ladrillos, bloques de concreto, concreto armados etcétera), se colocan en obra, sistemas tradicionales.

I

Ilustración 65 Extraída con fines didácticos "SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL" 11-08-14  
[https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQsqmXjd\\_RAhXK7YMKHZvfAKsQ\\_AUIBigB#tbm=isch&q=edificios+con+tabiques&imgsrc=elgF-6aopU9\\_IM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&q=edificios+con+tabiques&imgsrc=elgF-6aopU9_IM%3A)



Fachadas Mixtas, se combinan 2 sistemas constructivos, el tradicional y la prefabricación

Ilustración 66 Extraída con fines didácticos "FACHADAS MIXTAS" 11-08-14  
[https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQsqmXjd\\_RAhXK7YMKHZvfAKsQ\\_AUIBigB#tbm=isch&q=ESTRUCTURADE+CONCRETO+PARA+RECIBIR++PREFABRICADAS&imgsrc=zxuNarTOA6z0EM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&q=ESTRUCTURADE+CONCRETO+PARA+RECIBIR++PREFABRICADAS&imgsrc=zxuNarTOA6z0EM%3A)



Fachadas prefabricadas, cerramientos constituidos por elementos prefabricados, que llevan incluidas las partes o componentes para la sujeción del panel en la obra, el acabado al exterior, y que solamente sufren el proceso de montaje racionalizado y mecanizado.

Ilustración 67 Extraída con fines didácticos "FACHADAS PREFABRICADAS MONTAJE" Napresa, 11-08-14  
[https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQsqmXjd\\_RAhXK7YMKHZvfAKsQ\\_AUIBigB#tbm=isch&q=montaje+de+fachadas+fapresa&imgdii=kpZ5BHZ1fSzhym%3A%3BkpZ5BHZ1fSzhym%3A%3BIOuInfo9kex2DM%3A&imgsrc=kpZ5BHZ1fSzhym%3A](https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&q=montaje+de+fachadas+fapresa&imgdii=kpZ5BHZ1fSzhym%3A%3BkpZ5BHZ1fSzhym%3A%3BIOuInfo9kex2DM%3A&imgsrc=kpZ5BHZ1fSzhym%3A)

#### Aplicaciones de las Fachadas prefabricadas

Las fachadas prefabricadas de concreto pueden emplearse para diferentes tipologías de edificación, tales como<sup>49</sup> (Francisco, 2010)

- Edificios de viviendas
- Edificio de oficinas
- Hoteles
- Edificios sociales
- Colegios, centros educativos, bibliotecas
- Hospitales, clínicas, centros de salud

<sup>48</sup> Francisco, S. H. J. (2010). *Paneles prefabricados de hormigon en fachadas*. Politecnica de Madrid Madrid España. Retrieved from [http://oa.upm.es/4518/1/TESIS\\_MASTER\\_JUAN\\_FRANCISCO\\_SANCHEZ\\_HURTADO.pdf](http://oa.upm.es/4518/1/TESIS_MASTER_JUAN_FRANCISCO_SANCHEZ_HURTADO.pdf)

<sup>49</sup> Francisco, S. H. J. (2010). *Paneles prefabricados de hormigon en fachadas*. Politecnica de Madrid Madrid España. Retrieved from [http://oa.upm.es/4518/1/TESIS\\_MASTER\\_JUAN\\_FRANCISCO\\_SANCHEZ\\_HURTADO.pdf](http://oa.upm.es/4518/1/TESIS_MASTER_JUAN_FRANCISCO_SANCHEZ_HURTADO.pdf)

### I.1.7. Ventajas de las fachadas prefabricadas (Francisco, 2010)

- 1.-Generalmente se decide utilizar el prefabricado por la rapidez de la construcción, costos y la calidad.
- 2.-La producción de elementos se realiza simultáneamente a la ejecución de la obra, lo que reduce el tiempo de construcción.
- 3.-La conveniencia del transporte y montaje determinará la dimensión máxima de los elementos.
- 4.-El concreto precolado, así como el colado in situ, puede lograr casi cualquier forma, color y textura para satisfacer los requisitos estéticos y funcionales del proyecto en cuestión.
- 5.-Detalle en planos de construcción y montaje.
- 6.--Mayor planeación estudio en tiempos de movimientos de maquinaria y transporte.

#### Ventajas de la fabricación en planta

- 1.-Control de producción: Producción programada y estudios de tiempo. Esto disminuye la necesidad de almacenar producto en fábrica o en obra.
- 2.-Inventario: En fábrica es posible un control de inventario de piezas fabricadas y terminadas.
- 3.-Control Climático: El trabajo en fábrica evita retrasos en construcción por lluvia y permite trabajar más cómodamente.
- 4.-Control de problemas: El uso sistemático de elementos permite solucionar problemas constructivos y optimizar su diseño.
- 5.-Uso múltiple y repetitivo de los moldes.
- 6.-Reducción de plazos de construcción.
- 7.-Organización similar a una fábrica, con mayor grado de mecanización, mano de obra estable y especializada.

### I.1.8 Propiedades de las Fachadas prefabricadas

- “Las fachadas de concreto arquitectónico poseen todas las ventajas que ofrece el concreto: resistencia mecánica, resistencia al fuego, aislamiento acústico, al ruido, propiedades térmicas y durabilidad.
- Resistencia mecánica: El concreto armado resiste los esfuerzos de compresión, tracción y flexión, siendo la resistencia que presenta a compresión la mayor de todas, los paneles se arman para resistir los esfuerzos a los que van a estar sometidos como viento y sismo.
- Resistencia al fuego: las fachadas de concreto arquitectónico constituye una elevada barrera de protección contra el fuego, satisface los criterios de integridad y aislamiento en función de su espesor.
- Propiedades Térmicas: La resistencia térmica de los paneles prefabricados viene establecida por el espesor y la conductividad térmica de los mismos. La conductividad térmica de un panel de concreto de densidad de 2.400 kg/m<sup>3</sup>, en condiciones secas es de aproximadamente 1,6 w/mk.
- Durabilidad: Los paneles prefabricados soportan las acciones mecánicas a las que van a estar sometidos y además para que sean duraderos y a las acciones ambientales de tipo físico y químico.
- Dependiendo de su función dentro del edificio, la fachada de concreto, puede ser diseñada como estructural o simplemente armada<sup>50</sup>(Francisco, 2010)

#### Sistemas Tilt-Up

“El término Tilt-Up se aplica a un sistema destinado a construir muros delgados de concreto hechos en obra que han de dividirse en secciones, llamadas paneles, los cuales son colados directamente sobre la losa del piso de la estructura o sobre una plataforma de trabajo para que una vez alcanzada su resistencia de proyecto sean izados con una grúa y colocados sobre los cimientos, formándose así la fachada. La principal característica de estos muros es su alta relación de esbeltez debida a que su altura, por lo regular entre 9 y 12 metros y su espesor entre 12 y 22 cm dependiendo de la (relación altura/ancho entre 40 y 60), por lo cual es necesario considerar efectos de segundo orden en el diseño<sup>51</sup>(Carpizo, 2014).

<sup>50</sup> Francisco, S. H. J. (2010). *Paneles prefabricados de hormigón en fachadas*. Politécnica de Madrid Madrid España. Retrieved from [http://oa.upm.es/4518/1/TESIS\\_MASTER\\_JUAN\\_FRANCISCO\\_SANCHEZ\\_HURTADO.pdf](http://oa.upm.es/4518/1/TESIS_MASTER_JUAN_FRANCISCO_SANCHEZ_HURTADO.pdf)

<sup>51</sup> Carpizo, W. b. R. J. P. y. C. H. H. (2014). Muros estructurales prefabricados Tilt-Up para naves industriales. *construccion y tecnologia en concreto*.

## I.2.1 Paneles resistentes o portantes (Estructurales)

Las fachadas estructurales soportan y transmiten las cargas verticales de los pisos a la estructura. También pueden contribuir a la estabilidad horizontal del edificio. Por ello se requiere un análisis mecánico.

Ilustración 68 Extraída con fines didácticos "MUSEO DEL BARROCO" FACHADAS ESTRUCTURALES 11-01-17



© Luis Gordo

[https://www.google.com.mx/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwisgdSgquDRAhWqzIMKHQFIB\\_cQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fsibaris.com.mx%2Fblog%2Fun-moderno-museo-internacional-del-barroco-en-puebla&bvm=bv.145063293,d.cGc&psig=AFQjCNEZOaiWy00ulB0si6OoU7tT-zv0Jw&ust=1485536667618666](https://www.google.com.mx/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwisgdSgquDRAhWqzIMKHQFIB_cQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fsibaris.com.mx%2Fblog%2Fun-moderno-museo-internacional-del-barroco-en-puebla&bvm=bv.145063293,d.cGc&psig=AFQjCNEZOaiWy00ulB0si6OoU7tT-zv0Jw&ust=1485536667618666)

### I.2.1.1 Paneles no estructurales

Las fachadas no estructurales solamente soportan las cargas del viento, la estabilidad horizontal, características térmicas, también pueden recibir las cargas de los elementos de carpintería, cancelería, este tipo de paneles prefabricados solo cumplen la función de envolvente y se limitan a una función de cerramiento, soportan solamente su propio peso. El diseño de los paneles debe contemplar las dos etapas de mayor esfuerzo de los elementos.

Ilustración 69 Extraída con fines didácticos "LIVERPOOL ALTABRISA" Villa Hermosa, Tabasco 15-1-17

[https://www.google.com.mx/search?q=LIVERPOOL+ALTABRISA&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiX1s76quDRAhV012MKHdLWCbwQ\\_AUICCGD#imgrc=b-82Pe3Mykj\\_XM%63A](https://www.google.com.mx/search?q=LIVERPOOL+ALTABRISA&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiX1s76quDRAhV012MKHdLWCbwQ_AUICCGD#imgrc=b-82Pe3Mykj_XM%63A)



a).- cargas de servicio, sobre elementos individuales y sobre estructuras. Influye el peso, y el tamaño de la pieza ya que soportan su propio peso, este diseño será responsabilidad del proyectista.

b).- Cargas durante la manipulación y el montaje, antes de la instalación. La responsabilidad cae directamente sobre el fabricante, se tomarán en cuenta los esfuerzos producidos en el momento del desmoldeo, transporte, y almacenamiento en planta, durante las maniobras de transporte y montaje en obra el panel ocupa diferentes posiciones y el diseño de los conectores deberán responder a todos estos esfuerzos.

### I.3.1. Formas de los paneles arquitectónicos

Una de las propiedades más importantes del concreto es su plasticidad, dando una amplia gama de formas posibles, no solamente planas sino también formas curvas, la forma y las dimensiones de un panel es una de las consideraciones que se tiene en cuenta en el costo

Otro aspecto a considerar es si es abierto o cerrado. Un módulo de ventana es un módulo cerrado, este mismo elemento sin alguna de las partes se considera abierto, este tipo de elementos son generalmente más delicados y necesitan de refuerzos o soportes como ángulos de acero, para su manipulación<sup>52</sup> (Bernold, 2002)



Ilustración 70 Extraída con fines didácticos "RESIDENCIAL TOLEDO" Huixquilucan, 11-08-14

### I.3.2. Dimensiones

Las dimensiones máximas de los paneles son específicas de cada fabricante y vienen principalmente limitadas por el transporte. Estas dimensiones máximas están en torno a 6.00 x 2.50 mts. En forma horizontal y en vertical las dimensiones máximas serán de 6.00 x 3.40 mts. Las dimensiones óptimas son para alturas de dos plantas y un múltiplo de un módulo de la base. Aunque las dimensiones de los paneles se rigen por sus posibilidades de manipulación y transporte, el peso de los paneles está limitado por la capacidad de la grúa. El espesor de los paneles está en función de su superficie, siendo generalmente de 8,10 y 12 cm. Para casos especiales se pueden fabricar otros espesores que dependerán del diseño estructural.

### I.3.3. Coordinación modular

La racionalización en el diseño de los paneles de concreto arquitectónico optimiza los recursos. Es aconsejable para lograr la racionalización, proyectar un panel base de dimensiones máximas a partir del cual se obtienen el resto de los paneles, realizando las modificaciones correspondientes en un solo molde. En el diseño de los paneles hay dos criterios básicos para conseguir una optimización en su utilización. Estos criterios reducen los costos y también los plazos de ejecución de la obra:

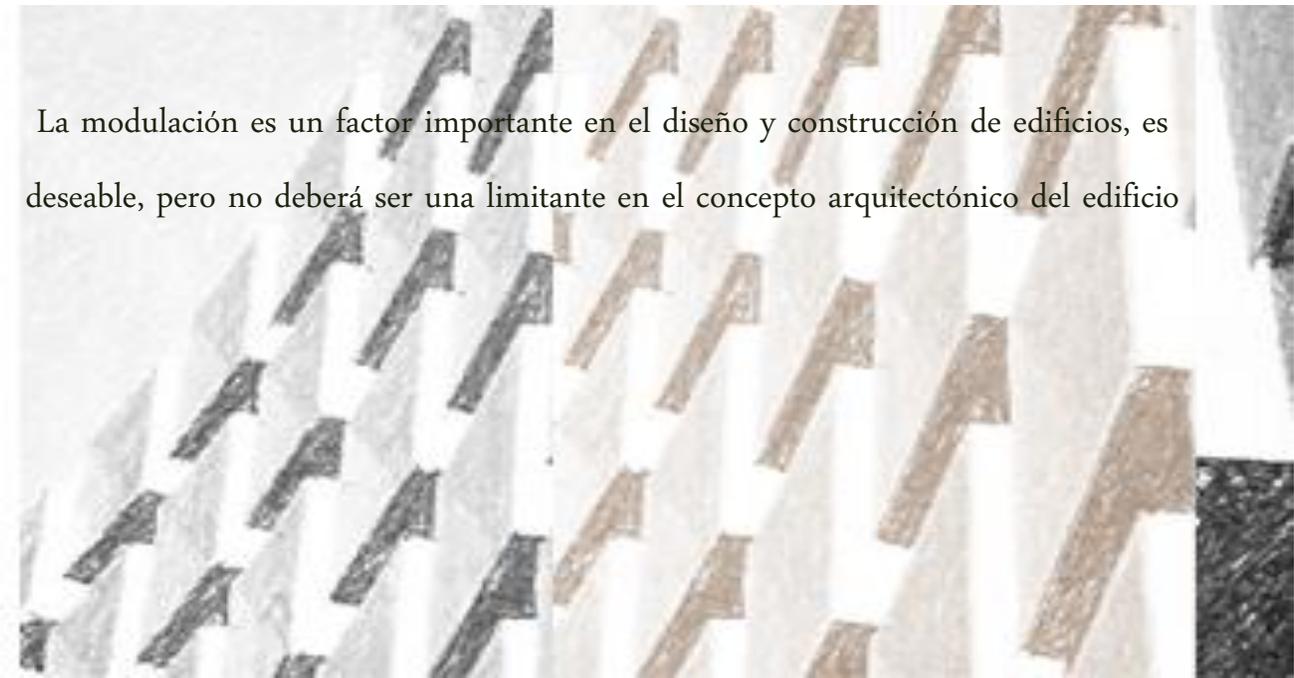
- Cuanto mayor sea el número de paneles repetitivos, en las dos o en una de las dimensiones, mayor rentabilidad de los moldes necesarios para la fabricación.

<sup>52</sup> Bernold, L. (2002). Spatial Integration in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(5), 400-408. doi:doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:5(400)

Ilustración ¡Error! Sólo el documento principal. Extraída con fines didácticos "RESIDENCIAL TOLEDO" Huixquilucan, 11-08-14  
[https://www.google.com.mx/search?q=residencial+toledo&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwIj2tX0I9\\_RAhVp74MKHUqjAtAQ\\_AUIBygC&dpr=1#imgsrc=Szd\\_HT6iYEdpbM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=residencial+toledo&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwIj2tX0I9_RAhVp74MKHUqjAtAQ_AUIBygC&dpr=1#imgsrc=Szd_HT6iYEdpbM%3A)

- Cuanto mayor sea el tamaño medio de los paneles, menor número de los moldes y menor tiempo para la fabricación de los mismos, y se verá reflejado en un mayor rendimiento en el montaje.

La coordinación modular proporciona una relación entre el diseño, la planificación, la fabricación de los elementos y la instalación de estos en la obra.



La modulación es un factor importante en el diseño y construcción de edificios, es deseable, pero no deberá ser una limitante en el concepto arquitectónico del edificio

.Ilustración 71 Extraída con fines didácticos "ANTARA POLANCO" 25-04-15  
[https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjxkfiQnt\\_RAhWI3oMKHcErBJEQ\\_AUIBygC#imgrc=cNXHr4EKInu9CM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjxkfiQnt_RAhWI3oMKHcErBJEQ_AUIBygC#imgrc=cNXHr4EKInu9CM%3A)

Para cualquier diseño es necesario utilizar una retícula modular con el fin de establecer un orden en los espacios arquitectónicos, el detalle de las juntas se debe hacer en las primeras etapas de la planificación del proyecto ya que esto determinará las medidas de los componentes. Nos sirve para llegar a una serie de tamaños completamente correlacionados, será necesario primero seleccionar una serie sistemática de números que se multiplica, luego por una unidad de medida”<sup>53</sup>(Rosmalen, 2009)

Principios fundamentales de la coordinación modular:

- La coordinación modular se basa en un módulo base
- La cuadrícula modular ubica a los componentes de un edificio y los relaciona con los componentes inmediatos.
- Las medidas modulares de los componentes deberán ser múltiplos del módulo básico, durante la primera década de los años setenta el diseño modular de elementos, no respondió con lo que se tenía esperado, se cree que debido a su complejidad no se aplica.
- La importancia de la modulación no reside en los planteamientos teóricos sino en la aplicación y aceptación en la capacidad de resolver problemas y ayudan en el desarrollo racional de la edificación.



<sup>53</sup> Rosmalen, J. V. J. (2009). Industrialización y Prefabricación en la Arquitectura. Mexico: Posgrado de Arquitectura.

.Ilustración Extraída con fines didácticos "MODULACIÓN" 22-09-14  
[https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjxkfiQnt\\_RAhWI3oMKHcErBJEQ\\_AUIBygC#tbm=isch&q=COORDINACION+MODULAR+DE+UNA+CASA&imgrc=BIERd9ke8FQ\\_bM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjxkfiQnt_RAhWI3oMKHcErBJEQ_AUIBygC#tbm=isch&q=COORDINACION+MODULAR+DE+UNA+CASA&imgrc=BIERd9ke8FQ_bM%3A)



Ilustración 72, Extraída con fines didácticos " UAEM EDIFICIO DE GOBIERNO" 18-04-14  
[https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKFwjxkfiQnt\\_RAhWl3oMKHcErBJEQ\\_AUIBygC#tbm=isch&q=AGUSTIN+HERNANDEZ+UAEM+&imgdii=qpMY46cV2BnMfM%3A%3BqpMY46cV2BnMfM%3A%3B0hb2fu9acDpSCM%3A&imgsrc=qpMY46cV2BnMfM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKFwjxkfiQnt_RAhWl3oMKHcErBJEQ_AUIBygC#tbm=isch&q=AGUSTIN+HERNANDEZ+UAEM+&imgdii=qpMY46cV2BnMfM%3A%3BqpMY46cV2BnMfM%3A%3B0hb2fu9acDpSCM%3A&imgsrc=qpMY46cV2BnMfM%3A)

### **I.3.4. Colores, texturas y acabados**

La prefabricación ha desarrollado mezclas de concreto, técnicas de moldeo y acabados de superficies que permitan dar un aspecto diferente al tradicional concreto gris. El color se logra tanto en los componentes propios del concreto - cemento agregados - como con la inclusión de aditivos colorantes y pigmentos de óxidos minerales que se mezclan con el concreto fresco.

### **I.3.5. Colores de los paneles**

La variedad de colores naturales, que se utilizan en el concreto arquitectónico son los mismos que en los de piedra natural, con texturas finas, el color está determinado esencialmente por los agregados finos, mientras que con estructuras granulares gruesas, la gama de colores de los agregados gruesos cobrarán mayor importancia, la facilidad para obtener una uniformidad en el color está relacionada con los ingredientes que dan ese color, los colores debidos a los agregados gruesos son los más seguros y es económicos de conseguir colores en el panel, cuando el color depende principalmente de los agregados finos, es necesario un control de la dosificación, cuando el color depende de los agregados y también de la marca, es recomendable utilizar cemento de la misma fábrica y, si es posible, de los mismos lotes para que no haya cambio en su tonalidad.

El color puede añadirse a la matriz en forma de pigmento. A la hora de emplear pigmentos para obtener el color se han de considerar los siguientes aspectos:

- Dosificación en la mezcla de concreto
- Tipos y color de cemento
- Calidad y cantidad del pigmento
- Cantidades uniformes y graduación de los materiales finos
- Calidad de los agregados finos y gruesos
- Atención cuidadosa al curado.
- La uniformidad del color en el panel es esencial y deberá utilizarse como base cemento blanco.



Las variaciones en el color del concreto acabado, pueden deberse a:

- Una extrema variación en la temperatura.
- La técnica de curado
- A la introducción de materiales extraños en el sitio.
- Un cambio en las materias primas del concreto.
- A la aplicación manual no uniforme del óxido.
- A una mano de obra inadecuada.
- Cambios químicos de la pasta.

Ilustración 73 Extraída con fines didácticos "CONCRETO" 17-02-15

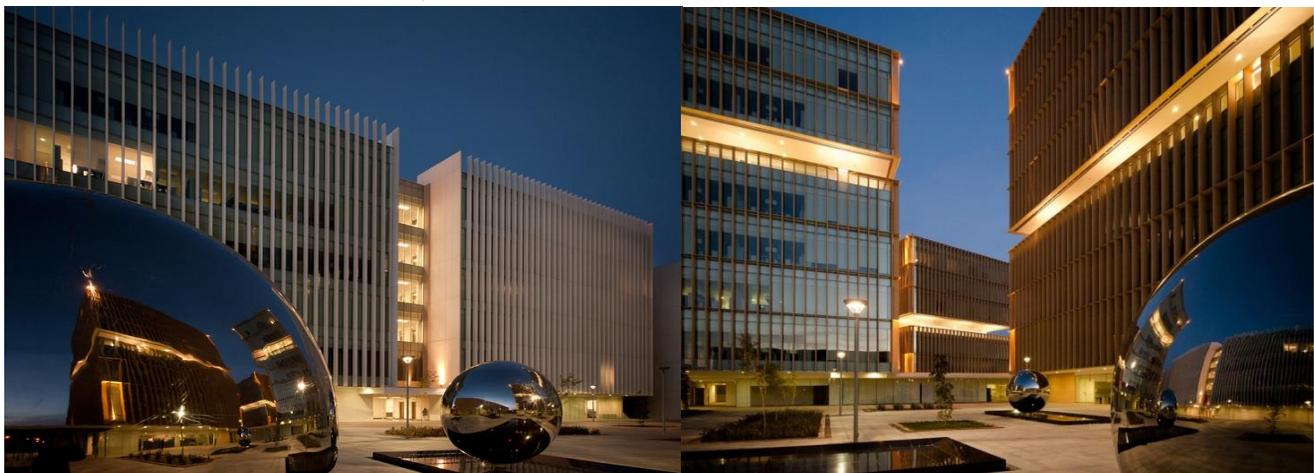
Ilustración 74 Extraída con fines didácticos "PIEZA CON ACABADO GRANEDO Y PULIDO" 17-03-14

### I.3.6. Acabados de los paneles

Los acabados que existen para los precolados son una combinación de las habilidades del trabajador y la capacidad de diseño del arquitecto, cuando se combinan estos dos factores se pueden lograr una combinación de formas texturas y colores, para lograr el efecto deseado, también se logra una combinación de belleza y durabilidad, existe una gran variedad en acabados que van desde el pulido liso, superficies con dibujos y texturas, lavado con sustancias abrasivas, oxidaciones, acabado rayado, grano expuesto, graneado fino, picoleteado, san blasteado, etcétera. con este tipo de acabados se logra una mayor uniformidad que con superficies pulidas, se enriquece el diseño e incluso se pueden cubrir irregularidades que se pudiesen dar a la hora de fabricar los paneles, aparte de las superficies texturizadas se pueden obtener superficies lisas tal como salen del molde donde es imprescindible una selección de los mejores moldes, pues en este tipo de acabados es en donde se presentan mayores imperfecciones como burbujas de aire, diferencia de tonos en el concreto y diferencias de color en el pigmento, sin descuidar lo anterior se pueden lograr concretos pulidos perfectos. El martelinado realza la naturaleza de los agregados, el sopleteado abrasivo o con arena, el grabado ácido, el esmerilado, el concreto oxidado exige mejores prácticas de colocación y acabado de todo el cuidado posible para obtener resultados uniformes.



Ilustración 75 Extraída con fines didácticos "CIUDAD JUDICIAL DE ZAPOPAN" 21-11-16



[https://www.google.com.mx/search?q=ciudad+judicial+de+zapopan&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwifalv49\\_RAhXn5YMKHUmAe0Q\\_AUIICgD#q=ciudad+judicial+de+zapopan&tbm=isch&tbs=rimg:CcKel0ZSO2SjjgbAt5AFABEDXR54CovH0bN5rp3m7Jaf6Yed6Ga6xRFGvWE0t2jDDQ4VrdtHRS0xueEL3DYhyefSoSCRS3kAUAEQNEblzKEeZi7KnKhJdHngl68c5s0Ry7dCXN1zB18qEgmnuneb7uNp\\_1hEwEvjAviOf1CoSCZgR3oZrRFEUEabTlURBSPDXKhJ9YQ63aMMNAR-\\_1p3neMdsDgqEgnhWt20dFLTGxGyF3C8eRjBTCoSCZ4QvcNiHJ59EWHwE4B1zk-Q&imgdii=6eMgdCY-dhqYsM%3A%3B6eMgdCYdhqYsM%3A%3B24Bo64ekn4TqRM%3A&imgcr=6eMgdCY-dhqYsM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=ciudad+judicial+de+zapopan&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwifalv49_RAhXn5YMKHUmAe0Q_AUIICgD#q=ciudad+judicial+de+zapopan&tbm=isch&tbs=rimg:CcKel0ZSO2SjjgbAt5AFABEDXR54CovH0bN5rp3m7Jaf6Yed6Ga6xRFGvWE0t2jDDQ4VrdtHRS0xueEL3DYhyefSoSCRS3kAUAEQNEblzKEeZi7KnKhJdHngl68c5s0Ry7dCXN1zB18qEgmnuneb7uNp_1hEwEvjAviOf1CoSCZgR3oZrRFEUEabTlURBSPDXKhJ9YQ63aMMNAR-_1p3neMdsDgqEgnhWt20dFLTGxGyF3C8eRjBTCoSCZ4QvcNiHJ59EWHwE4B1zk-Q&imgdii=6eMgdCY-dhqYsM%3A%3B6eMgdCYdhqYsM%3A%3B24Bo64ekn4TqRM%3A&imgcr=6eMgdCY-dhqYsM%3A)

Una de las principales funciones del concreto arquitectónico es dar movimiento, color, imagen y personalidad a los edificios; se puede jugar con los acabados y los colores se obtienen diferentes texturas al involucrarse con la luz y la sombra, dan efectos visuales al diseño, es un conjunto de factores que se integran para dar vida a la ARQUITECTURA.

### I.4.1 Aspectos Generales en Producción

Siempre resulta importante conocer los nuevos productos que existen en el mercado, es una condición fundamental para la producción, antes de empezar a fabricar debemos saber cómo lo vamos hacer. Dentro de una planta de producción de precolados existe un departamento que se encarga de la planeación de los procesos de fabricación, los cuales nos indicaran tiempos y espacios para la fabricación, se deben de elaborar programas, métodos de planeación que intervienen en el proceso productivo.

En las plantas de producción se pueden emplear tres tipos diferentes de tecnología la propia, adaptada e importada por propia entendamos que es la que se ha venido dando de acorde a nuestras necesidades, también tendremos que seleccionar el proceso de producción que sea el compatible a los recursos indicando las ventajas y desventajas respecto a otros. Las instalaciones para la fabricación de estos elementos deberá contar con un área cerrada para así poder controlar temperatura y la ubicación de grúas, etc. tipo de plantas deberá cumplir con ciertos requisitos como el suministro adecuado de agua e instalaciones para el reciclado de agua.

### I.4.2. Fabricación

En el proceso de fabricación podemos identificar claramente líneas de producción muy definidas las mismas que se subdividen, de forma general la fabricación de las fachadas, se desarrolla de la siguiente forma: Los requerimientos de un sistema de control para el proceso de fabricación deben permitir un flujo constante que inicia desde la etapa del diseño, seguido por la fabricación transporte y montaje.

En la lámina de diseño se toman en consideración los aspectos de ingenieriles para la fabricación de la pieza, colocación de placas, orejas de izado, colocación del armado de la misma, vistas del elemento, dimensiones generales y particulares, acabado y tonos.

Moldes, mesa de concreto, delimitadas con madera o acero para determinar la geometría del elemento.

Vaciado de concreto y colocación de armados sobre moldes para la fabricación de las piezas

Acabado, graneado fino, detalle final el cual se da en planta antes de transportar la pieza

Transporte los elementos pueden ser transportados en sentido vertical u horizontal dependiendo de las dimensiones del elemento.

Para la Instalación de las piezas se requiere de equipos mecanizados para poder elevar estos elementos como: grúas

Ilustración 76 Extraídas o capturadas con fines didácticos " PROCESO DE PRODUCCION" 18-04-14



### I.4.3. Moldes

Una planta de fabricación de precolados deberá contar con las instalaciones necesarias para la elaboración de los moldes, la apariencia de la superficie del precolado está directamente ligado con la calidad del molde, el cual se pueden hacer con materiales como: concreto, madera, acero, fibra de vidrio con resina, plástico, yeso o una combinación de los anteriores, los moldes deberán ser lo suficientemente rígidos para soportar su propio peso y la presión del concreto fresco sin que sufra deformaciones y deberán cumplir con las especificaciones de calidad y dimensiones que el proyecto determine, Los moldes deberán construirse lo suficientemente rígidos para soportar su propio peso y la presión del concreto fresco, sin sufrir deformaciones más allá de las permitidas.



Y E S O

M A D E R A

F I B R A D E V I D R I O

C O N C R E T O

A C E R O

Ilustración 77 Extraídas o capturadas con fines didácticos " TIPOS DE MOLD" 26-07-14 Aut. Maribel Jaimes T, www.fapresa.com.mx

### I.4.4. Vaciado

La fabricación inicia con la creación del molde el cual deberá estar limpio y se le aplica un desmóldante con una brocha o rodillo, enseguida se vacía la pasta la cual se conforma de cemento blanco, ceros finos, granos de mármol y será la encargada de aportarnos los tonos y texturas del elemento, se coloca el armado de la pieza que previamente se realizó un cálculo estructural de acuerdo a sus dimensiones, en este armado están puestas las placas de colocación en obra y los barriletes de izado de la misma, enseguida se vacía el concreto el cual nos aportará la resistencia final a la pieza. El elemento se descimbra a las 24 a 48 horas se le da el acabado, enseguida es transportada a obra para su colocación.



T R A Z O

L I M I T A N T E S

D E S M O L D A N T E

P A S T A

A R Q

A R M A D O

C O N C R E T O

Ilustración 78 Extraídas o capturadas con fines académicos " FABRICACIÓN" 14-03-14 Autor Maribel Jaimes Torres

### I.4.5. Acabado

El color de la pasta lo determinan los agregados pétreos que se mezclan. Teniendo que existen una gran variedad de colores de granos de mármol, la gama de colores es muy amplia, sin embargo en algún proyecto pueden solicitar la fabricación de un elemento con colores que no existan de forma natural. Con el objetivo de obtener el color deseado se puede recurrir a pigmentos los cuales pueden ser minerales a base de óxidos de hierro o artificiales los cuales con el tiempo se decoloraran. El color y variaciones de este, depende de los agregados utilizados. Ya que hasta el utilizar grano de un mismo color pero de diferentes marcas o vetas de extracción, provoca que existan variaciones en los tonos. La marca del cemento también determina los cambios de tonalidad.

Una vez descimbrada la pieza se lleva a la zona de acabado en donde de forma manual o con maquinaria se le dará el acabado deseado. Los tipos de acabado son muchos y muy variados, la apariencia de una pieza puede ser muy diferente únicamente por el terminado que se le dé, siendo la misma pasta. Los acabados van desde el aparente, graneado, martelinado, picoleteado, pulido, pulido brillado, sanblastado, Stone de molde, oxidado etcétera. El concreto oxidado exige mejores prácticas de colocación y acabado para obtener resultados uniformes y satisfactorios. Las grandes dosis de óxido y pigmento pueden reducir la resistencia y calidad del concreto resultante.



Ilustración 79 Extraída con fines didácticos "ACABADOS" 14-4-15 www.fapresa.com.mx

### I.1.6. Transporte

Cuando se comienza a modular el proyecto resulta necesario la correcta evaluación del transporte, la incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la distancia a recorrer, existen dos tipos de fletes los que por sus características de peso y dimensión se ejecutan con equipos de transporte ordinario y los que exceden el peso y dimensiones de las normas establecidas en los reglamentos locales y federales. Existen diferentes tipos de transporte: Tractocamión, plataforma, Grúa camión y muchos más, el tipo de transporte a utilizar lo definirán las dimensiones de los precolados, geometría y su peso propio. La correcta estiba del precolado en el transporte garantizará que el producto llegue en buenas condiciones a la obra.



Ilustración 80 Extraída con fines didácticos "TRANSPORTE" camión, plataforma, plataforma con rack, doble plataforma, 18-07-14

### I.4.7. Montaje e Instalación

Para el montaje de los elementos resulta necesaria la utilización de información técnica en donde encontraremos la ubicación del elemento, número de piezas, y dimensiones. En obra se realizan un estudio el cual nos marcará la forma de atacar las fachadas, puntos de desplante, niveles, paños, zonas de inicio. El personal que lleva a cabo esta actividad deberá ser calificado y bajo las medidas de seguridad necesarias, todos los elementos se deberán montar a nivel, plomo, escuadra, se alinearán correctamente a las juntas verticales y horizontales y se mantendrá una junta de anchura uniforme, en este proceso la aplicación de la tecnología en los equipos resulta indispensable para la precisión de las maniobras y la velocidad con la que se efectuara el montaje.



Ilustración 81 Extraída con fines didácticos "MONTAJE CON GRUAS" Tec de Monterrey, Parque Delta, Museo del Barroco [https://www.google.com.mx/search?q=museo+del+barroco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwicpLVpODRAhUQxmMKHaXSBlEQ\\_AUIBygC#q=museo+del+barroco&tbn=isch&tbs=rimg:CelmMtNQ8VnSjlgVpP5P4exje9YOoU07AWSYAbjMFhOFFfaeZbBWzCy\\_15t-jA-yziZaclz7ENeuNErVhfpoHBOSQyoSCm8\\_1k\\_1h7GN7EXWcoMDwq0aKhj1g6hTTsBZjgRklgc\\_1j9lAqEgkBuMwWE4UV9hFkYajt6hIrgioSCZ5lsFbMLL\\_1mEUvTS-Bqy4OxKhj36MD7L0JlpwR2DEAgMjIDWwqEgkPsQ1640StRFkYajt6hIrgioSCWF-n6gcE5JDEZNOJdwwZgyV&imgsrc=bh5FGb20N9agZM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=museo+del+barroco&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwicpLVpODRAhUQxmMKHaXSBlEQ_AUIBygC#q=museo+del+barroco&tbn=isch&tbs=rimg:CelmMtNQ8VnSjlgVpP5P4exje9YOoU07AWSYAbjMFhOFFfaeZbBWzCy_15t-jA-yziZaclz7ENeuNErVhfpoHBOSQyoSCm8_1k_1h7GN7EXWcoMDwq0aKhj1g6hTTsBZjgRklgc_1j9lAqEgkBuMwWE4UV9hFkYajt6hIrgioSCZ5lsFbMLL_1mEUvTS-Bqy4OxKhj36MD7L0JlpwR2DEAgMjIDWwqEgkPsQ1640StRFkYajt6hIrgioSCWF-n6gcE5JDEZNOJdwwZgyV&imgsrc=bh5FGb20N9agZM%3A)

## I.4.8. Resane y Limpieza

Para los resanes se requiere personal con habilidades y experiencia, ya que se necesita igualarlos con su área circundante la igualación del color puede lograrse mediante una cuidadosa selección del color del cemento y la arena, la adherencia correcta queda asegurada limpiando la superficie y humedeciendo el área, debido a que el concreto que ya existe está seco y la pasta que se agregará es fresca se deberá buscar que no absorba el agua que lleva la pasta recién hecha para lograr una buena adherencia al concreto seco.

El diseño de las juntas se rige por la función del edificio, exigencias estructurales, economía. Las juntas normalmente entre paneles se diseñan para acomodarse los elementos de cualquier movimiento, dichas juntas irán de 1.5 a 2.00 cm. Los materiales para las juntas son selladores.

Limpieza al terminar la obra se tendrán que limpiar los paneles para eliminar la suciedad y las manchas que pudieron ser ocasionadas en el montaje, se podrán limpiar con una solución de ácido clorhídrico diluido después de haberlos mojado con agua, existen otras muchas soluciones como el lavado solamente con agua, con agua caliente que contenga detergentes u otros limpiadores comerciales.

## I.5.1. Conexiones

“ El ACI, en su comité 303 define al concreto arquitectónico como aquel que queda expuesto como superior interior o exterior dentro de la estructura terminada que contribuye definitivamente a su carácter visual y está diseñado especialmente como tal en los planos y especificaciones del contrato”<sup>54</sup> (anippac, 1998-2000)

Aspectos a considerar cuando se diseña una pieza prefabricada:

### Dimensión

- Puntos de apoyo
- Factores de viento de acuerdo al región de donde se ubica la obra (Presión de viento)
- Factores de sismo de acuerdo al región de donde se ubica la obra (factor de sismo)
- Resistencia del concreto  $f'c$
- Acero  $f'y$
- 

El elemento prefabricado no trabaja en conjunto con la estructura del edificio es un elemento independiente sin embargo la estructura del edificio debe contemplar el peso adicional del prefabricado. Como criterio para el inicio del diseño estos elementos se calculan como losas independientes.

Ilustración 82, Extraída con fines didácticos "MONTAJE LIVERPOOL ALTABRISA" Villa Hermosa, Tabasco 5-1-17  
[https://www.google.com.mx/search?q=LIVERPOOL+ALTABRISA&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiX1s76quDRAhV012MKHdLWCbwQ\\_AUICcgD#imgrc=KP72bVX-dHX-GM%A](https://www.google.com.mx/search?q=LIVERPOOL+ALTABRISA&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiX1s76quDRAhV012MKHdLWCbwQ_AUICcgD#imgrc=KP72bVX-dHX-GM%A)



## I.6.1 Concreto / Agregados

### Antecedentes del concreto

También el concreto es un material utilizado desde épocas remotas, pero hubo que esperar hasta 1867 para que un jardinero francés, de nombre J. Monier, patentara lo que posteriormente sería el concreto armado<sup>55</sup> (Rosmalen, 2009) Es un material durable y resistente, produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada, su comportamiento mecánico depende de “la composición y propiedades del cemento, la calidad propia de los agregados, la afinidad de la matriz cementante con los agregados.”<sup>56</sup> El concreto convencional es resultado de la mezcla de cuatro elementos: agua, cemento, arena y grava; la composición del cemento en el clinker es silicato tricálcico aporta resistencia a corto y mediano plazo, silicato dicálcico a mediano y largo plazo muy importante a partir de los 28 días , “Aluminato tricálcico es el compuesto que se hidrata con mayor rapidez, y por ello propicia mayor velocidad en el fraguado aluminoferrito tetracálcico es un compuesto relativamente inactivo, contribuye poco a la resistencia del concreto, y su presencia más es útil como fundente durante la calcinación del clinker y porque favorece la hidratación de los otros compuesto”<sup>57</sup> (Choisy, Fernández, & Sierra, 1999) El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del concreto. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provoquen el endurecimiento de la masa y que se caracterice por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos. En condiciones normales un concreto normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos dependientes de las características del cemento.” En términos generales los agregados, dotan al concreto de una estructura interna en la que los agregados más finos se intercalan entre los agregados más gruesos, la pasta de cemento (cemento más agua), por su parte, llena los espacios libres entre partículas de agregados, y durante el proceso de fraguado genera cristales hidratados que unen químicamente las partículas de agregados. La formación de estos cristales es una reacción química exotérmica (genera calor) que siempre requiere de agua para que tenga lugar, siendo mucho más intensa la reacción (la creación de los cristales cohesivos) en los primeros días posteriores a la fabricación del concreto, y luego va disminuyendo progresivamente en su intensidad con el tiempo”<sup>58</sup> (Rojas, 2010) Normalmente, dentro del concreto, una parte del cemento no alcanza a combinarse con el agua, por lo que permanece como cemento no hidratado. Para asegurar que las reacciones de fraguado continúen, a partir del endurecimiento inicial del concreto se requiere dotar continuamente de agua de curado al concreto, la que sirve para reponer el agua de amasado evaporada por el calor emanado como producto de las reacciones químicas.



Ilustración 83 Extraída con fines académicos "CONCRETO AGREGADO GRUESO Y FINO"

Ilustración 84 Extraída con fines didácticos "FORMACIÓN DE CRISTALES" 14-5-14

<sup>55</sup> Rosmalen, J. V. J. (2009). Industrialización y Prefabricación en la Arquitectura. México: Posgrado de Arquitectura.

<sup>56</sup> <http://www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto/shtml>

<sup>57</sup> Choisy, Auguste, y col. (1999). El arte de construir en Roma. Ed. Reverté. <http://es.slideshare.net/cristiansalazar12382923/hormigones-29125434>

<sup>58</sup> Rojas, J. J. (2010). civilgeeks.com. Retrieved from facebook.com/CivilGeeks

Extraída con fines académicos 80 "CONCRETO AGREGADO GRUESO Y FINO" 11-7-14 Rojas, J. J. (2010). civilgeeks.com. Retrieved from facebook.com/CivilGeeks  
Extraída con fines didácticos 81 " FORMACION DE CRISTALES" 14-5-14 Rojas, J. J. (2010). civilgeeks.com. Retrieved from facebook.com/CivilGeeks

## I.6.2. Agua

La mezcla de cemento y agua produce una pasta de cemento una proporción de mezcla por peso de dos partes de cemento por una de agua es una relación favorable, es muy importante que el agua no contenga ningún elemento como ácido humito o aguas residuales las cuales podrían alterar el proceso. Otro tipo de elementos que se deberán tener en cuenta son: Carbonatos, Bicarbonatos Alcalinos "El carbonato de sodio puede causar fraguados muy rápidos, en tanto que lo bicarbonatos pueden acelerar o retardar el fraguado. En concentraciones fuertes estas sales pueden reducir de manera significativa la resistencia del concreto."<sup>59</sup>

Es importante que no contenga cloruros el agua de mezclado, principalmente por el posible efecto adverso de que los iones de cloruro pudieran producir la corrosión del acero de refuerzo, o de los torones del presfuerzo. Los iones de cloruro atacan la capa de óxido protectora formada en el acero por el medio químico altamente alcalino (pH 12.5) presente en el concreto. Los cloruros se pueden introducir en el concreto.



Ilustración 85 Extraída con fines académicos "AGREGADOS FINOS Y GRUESOS 28-7-15 <http://ventas.mabesser.com/materiales-para-construccion.php?Grava-Triturada-3/4>.

## I.6.4. Agregados

Son productos naturales (granos de mármol), áridos ligeros artificiales (arcilla expandida), los materiales deberán de almacenarse de tal forma que se asegure la uniformidad de su granulometría y humedad, resultará importante que los materiales se separen, el agregado fino se deberá manejar húmedo.

Algunas consideraciones en cuanto al manejo de materiales, los agregados se deberán manejar y almacenar de tal forma que aseguren la uniformidad en su granulometría y humedad, si los agregados se almacenan en montones estos deberán ser casi horizontales, se deberá evitar montones en forma cónica, será recomendado separar los agregados con paredes, el agregado fino deberá manejarse húmedo, para minimizar que los finos se separen por el viento, cuando se use un cemento a granel deberá almacenarse en silos, sellados contra el agua, humedad y contaminantes externos, el cemento en bolsa estará en un lugar seco.

## I.6.5. Concreto tradicional

El concreto es uno de los materiales de la construcción básica, es la agrupación de partículas de piedra por medio de un aglomerante, constituyendo una especie de piedra artificial de elevada resistencia a la compresión, aunque baja a la tensión. En su preparación hay una fase plástica, que va desde el mezclado hasta el fraguado.

El desarrollo tecnológico ha permitido el desarrollo de concretos de altas especificaciones de resistencia, los que cumplen una función estructural y arquitectónica a la vez, el concreto arquitectónico está tomando cada vez más auge, y sus posibilidades en cuanto a colores, texturas, acabados y formas permiten al diseñador salir de los sistemas tradicionales de acabados que se han venido utilizando en distintas épocas. Por medio de moldes especiales, ahora se están produciendo infinidad de acabados y texturas que permiten lograr estructuras estéticas.

<sup>59</sup> Arqhys, Agua de Mezclado para el Concreto, [www.arqhys.com/agua-concreto.html](http://www.arqhys.com/agua-concreto.html), *Página consultada el 23 de junio del 2009*

Ilustración ¡Error! Sólo el documento principal. Extraída con fines académicos "AGREGADOS FINOS Y GRUESOS 28-7-15 <http://ventas.mabesser.com/materiales-para-construccion.php?Grava-Triturada-3/4>.

Es importante también conocer en primera instancia sobre cómo podríamos hacer mejoras para el concreto tradicional, ya que si bien es útil conocer las tendencias sobre materiales y concretos de vanguardia, más útil es conocer las mejoras, controles y cuidados que harán del concreto de cada día un producto mejor.

- Lograr que el obrero encargado de la producción del concreto sea una persona especialista y se esté actualizando constantemente en el área.
- Modificar la actitud costumbrista de los ingenieros y arquitectos para aceptar el empleo de nuevos materiales.
- Tener un buen curado, ya que en ocasiones se omite en el concreto, es uno de los factores que ocasiona mayores problemas y el concreto se ve afectado con la aparición de grietas o fisuras.
- Remover la mayor cantidad de aire atrapado de la manera más efectiva para logra la máxima densidad, uno de los métodos más conocidos es el vibrado mecánico.
- No pisar o fracturar el concreto en el momento que se empiezan a formar los cristales.

### **I.6.6. Concreto Fresco**

El concreto recién mezclado debe ser plástico o semifluido y capaz de ser moldeado, en una mezcla de concreto plástico la arena y la grava o piedra son encajonadas y sostenidas en suspensión, se transforma en una mezcla homogénea de todos los componentes<sup>60</sup> (engineer, 2015). El revenimiento se utiliza como medida de la consistencia del concreto, un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia dura, la facilidad de colocar y consolidar el concreto recién mezclado se denomina trabajabilidad, el concreto deberá ser trabajable pero no se debe segregar, el sangrado es la migración del agua hacia la superficie superior, provocando asentamientos de los materiales sólidos.

La combinación de algunos o de todos estos factores tiene efectos negativos sobre la calidad del concreto fresco y del concreto endurecido. Las consecuencias son, entre otras:

- 1.-Mayor necesidad de agua
- 2.-Revenimiento reducido
- 3.-Tiempos de fraguado más cortos
- 4.-Porosidad más elevada
- 5.-Mayor tendencia a la formación de fisuras por contracción

“Cuanto más elevada es la temperatura durante este proceso de endurecimiento, más rápida es la formación de cristales, lo que, al principio es positivo para el desarrollo de la resistencia a la compresión. Pero debido a que los productos reaccionantes tienen una estructura poco ordenada, la pasta de cemento se vuelve más porosa y la resistencia a la compresión a 28 días se debilita cada vez más que con un concreto fresco, que se endurece a aproximadamente 20 °C. Es por eso que la pérdida de resistencia a 28 días es de más de 10 por ciento”<sup>61</sup>

### **I.6.7. Controles del concreto fresco**

La elaboración de las muestras de prueba parece ser un punto particularmente crítico, como ya se ha señalado antes. Es necesario procurar trabajar a la sombra, tanto como sea posible. Las muestras de concreto en ningún caso deben permanecer a sol.

Los especímenes recién hechos deben cubrirse y almacenarse en un lugar tan fresco y controlar la temperatura en el interior del espacio.

---

<sup>60</sup> engineer, i. (2015). issue engineer. <http://issuu.com/legal/dmca>

<sup>61</sup> Kurt Hermann, Colado del concreto a altas temperaturas <http://www.imcyc.com/revista/2001/abril2001/colado.htm>

## I.7.1. Concretos Ligeros

### Aspectos Generales

La nueva construcción en nuestros días exige nuevos materiales que superen las propiedades habituales y limitaciones existentes. En los concretos que estamos analizando el objetivo es lograr con rapidez altas resistencias, sobre todo para prefabricados, a fin de disminuir tamaños, espesores y peso propio, siendo muy importante el disponer de una relación tensión/compresión más alta que en los concretos habituales. Además de la resistencia, y la durabilidad. Para la fabricación de estos concretos se deberá tener en cuenta en lo respecta a la dosificación, los fenómenos de desecación por absorción de agua durante el mezclado, transporte y vaciado, aunque el exceso de agua afecta el aislamiento térmico y podría terminar la flotación del agregado grueso, más ligero, debido a la vibración, se necesita un curado más intenso que en el concreto tradicional.

El concreto ligero se logra mediante el empleo de agregados ligeros en la mezcla, se utiliza donde la carga muerta es un factor importante y el concreto de peso normal es muy pesado para ser práctico.

El concreto ligero se puede obtener con el uso de agregados ligeros, o por métodos especiales de producción. Estos métodos incluyen el uso de elementos espumosos, tales como polvo de aluminio, que produce el concreto del peso de unidad bajo a través de la generación del gas mientras que el concreto es plástico inmóvil. El concreto ligero puede pesar a partir 35 a 50 kg por  $\text{cm}^2$ , dependiendo del tipo de agregado ligero usado o el método de producción.

### I.7.2. Tipos de Concretos ligeros.

1.- Concreto de Piedra Pómez: Son rocas comunes de origen volcánico, fuertes y ligeras para utilizarse como agregados de peso ligero. La piedra pómez es de color tenue o casi blanco, tiene una textura casi uniforme, de bajo peso específico aparente, y con pesos específicos reales alrededor de  $2.40 \text{ kg/dm}^3$ . Presenta algunos inconvenientes como su alto grado de absorción de agua, altos costos de explotación, adecuación y transporte, la resistencia de los concretos producidos con piedra pómez es moderada, la resistencia a la compresión a los 28 días varía entre 39 y  $140 \text{ kg/cm}^2$ .

2.- Concreto de Globulita. Es un concreto de bolas huecas de arcilla, tiene un diámetro exterior de 20 mm y un hueco de 14 mm de diámetro, estando constituida por arcilla cocida de superficie porosa, que hace las veces de gravilla en el concreto. En este tipo de concretos las bolas de arcilla están rodeadas de mortero, dando origen a los concretos normales de globulita con pesos específicos aparentes de 1.6 a  $1.8 \text{ g/cm}^3$ , la fabricación de las esferas huecas de arcilla no es barata y el volumen de huecos en las bolas no resulta ser muy térmico.

3.- Concreto de Espumas: En este tipo de concretos los poros de forma celular se forman por sustancias espumosas añadidas al concreto fluido. Existe un gran número de materiales generadoras de espuma, una de las sustancias generadoras de espuma es la iporita. El peso específico aparente en este tipo de concretos se encuadra entre 0.5 y  $1.6 \text{ g/cm}^3$ .

4.- Concreto sin finos: Es un concreto a base de cemento y agregados gruesos y el producto que se forma contiene huecos uniformes, el agregado grueso deberá ser de un solo tamaño entre 1 y 2 cm, este tipo de concretos tiene una densidad aproximada de 2/3 partes del concreto normal, la adherencia entre los granos también depende de la relación agua/cemento.

5.- Concreto Celular: Esta hecho a base de agregados de peso ligero (encapsulamiento del aire), densidad, la cual es menor que la del concreto normal. Con una resistencia de 170 a  $200 \text{ kg/cm}^2$ , Las ventajas de tener materiales con baja densidad, reducción de las cargas muertas, mayor rapidez de construcción, menores costos de transportes y acarreo, es un concreto que contiene células estables de aire o gas, distribuidas uniformemente en la mezcla, existen otros tipos de agregados ligeros fabricados que también pudieran ser adicionados, como es el caso de arcillas expansivas, esquistos, pizarras, fly ash, perlita y vermiculita; así como agregados ligeros naturales como escorias, polvos y/o rocas volcánicas.

6.- Concretos poliméricos: El concreto polimérico es un material compuesto por partículas de sílice y cuarzo ligado a una resina termoestable, inicialmente líquida cuando las materias primas del concreto se combinan a través de un proceso de mezclado, moldeado y curado adecuado, se obtiene un producto sólido de excelente resistencia<sup>62</sup>(José Luis Ramirez Ortiz, 1998) Es una mezcla constituida por dos fases: una continua, que es la resina, y otra dispersa, que es el agregado que está constituido por granos de mármol, cero fino.

7.- Concreto reforzado con fibras: Aunque se esté considerando un material moderno, las fibras se han utilizado históricamente para reforzar materiales frágiles: la paja, para los ladrillos de arcilla cocidos al sol; el pelo de caballo, para las molduras de yeso etcétera. Los materiales de cemento hidráulico reforzados con fibras se subdividen en varios productos. El comportamiento de estos materiales depende de la composición de la matriz, mortero o concreto, y del material de la fibra, su geometría, su distribución, orientación y concentración. Existen diferentes tipos comportamiento dentro de los mismos. Las fibras pueden ser de acero, vidrio, sintéticas, acrílicas, aramida, carbono, nylon, poliéster, polietileno, polipropileno y naturales coco. Si exceptuamos las fibras de acero, que pueden llegar a tener hasta medio milímetro de diámetro, las otras se mueven en diámetros de 10 a 100 micras<sup>63</sup>(José Luis Ramirez Ortiz, 1998)

8.- Concreto de alta resistencia: Son concretos cuya resistencia a la compresión está comprendida entre el límite superior que al respecto establecen actualmente las normas nacionales (alrededor de 60 MPa) y los 130 MPa, valor máximo, facilidad de compactación, resistencia a agentes agresivos y mayor durabilidad, entre otras.

Los elementos fundamentales que contiene un CAR son:

a.-Elevado contenido de cemento 400-500 kg/m<sup>3</sup>

b.- Muy bajo contenido en agua, relación a/c de 0,25-0.40 .

c.- Acción cementante y reducción de huecos por adición de partículas sólidas como la microsílíce o las cenizas volantes.

d.-Las cenizas volantes se utilizan por su acción puzolánica, que es menos activa y más lenta que la de la microsílíce. Son porcentajes normales 15-25 por ciento del peso del cemento <sup>64</sup>(José Luis Ramirez Ortiz, 1998)

9.- Concretos de polvo reactivo: Son concretos de alta resistencia reforzados con fibras de acero. Su resistencia a la compresión se encuentra entre 200 y 800 MPa<sup>65</sup> y la resistencia a la flexión puede alcanzar 140 MPa. Se pueden producir con muy altas dosificaciones de cemento portland (900-1,000 kg/m<sup>3</sup>), humo de sílice, arena, superfluidificante y fibras metálicas. En su colocación puede utilizarse calor y presión.

10.- Concreto de azufre: Son concretos obtenidos por mezcla en caliente de azufre, agregados, rellenos minerales y adiciones poliméricas. Presentan propiedades superiores a los concretos hidráulicos normales, pudiendo ser armados y siendo valorados, sobre todo, donde se necesite excepcional desempeño frente a los ataques químicos, por la rapidez de endurecimiento o la impermeabilidad.

11.- Concreto con partículas de madera: Es un material compuesto elaborado con cemento, virutas de madera agua y aditivos, según la mezcla de cada uno de estos ingredientes, pueden conseguirse densidades de entre 400 y 1.700 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a los 28 días de 75 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente.

12.- Concreto autocompactable: Es aquel que tiene la propiedad de consolidarse bajo su propio peso, sin tener que vibrarlo, en elementos estrechos y macizamente armados, tiene la propiedad de fluir sin segregación, auto compactándose por sí solo, “el exceso de finos no incrementa la tendencia a la contracción por secado.

---

<sup>62</sup> AguaMarket, <http://images.google.com.mx/imgres?imgurl>, pagina consultada el 23 de junio del 2009

<sup>63</sup> José Luis Ramirez Ortiz, D. I. I. (1998). LA MULTIPLE IDENTIDAD DEL HORMIGÓN. Retrieved from <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

<sup>64</sup> José Luis Ramirez Ortiz, D. I. I. (1998). LA MULTIPLE IDENTIDAD DEL HORMIGÓN. Retrieved from <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

<sup>65</sup> Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado

13.-Concreto Translucido: Es posible que la primera inspiración para el desarrollo del concreto translucido la haya dado “Rem Koolhaas al preguntar en un comité de trabajo de su empresa, (Office for Metropolitan Architecture-OMA: Rotterdam, Holanda) si se puede hacer o no translucido el concreto; esta pregunta produjo en uno de los asistentes Bill Price el interés necesario para empezar a investigar sobre el tema.”<sup>66</sup> Primeras referencias que se tienen a nivel mundial sobre el desarrollo del concreto translucido se centran en tres grupos de investigación, en la universidad de Houston, Estados Unidos, a cargo del mencionado profesor Bill Price. El segundo en la Universidad Autónoma Metropolitana de México a cargo de los estudiantes Sergio Galván y José Sosa, el tercer grupo por el arquitecto de origen húngaro Arón Losonczi quien con las investigaciones en el año de 1999 con resultados concretos a partir del año 2002. En abril del 2006, en el National Building Museum de Washington D:C., Estados Unidos, durante la exposición “Liquid Stone: New Architecture in Concrete “ se expuso el tema Translucent, que hizo referencia a la propuesta de concretos translucidos presentando tres variantes diferentes; la primera presentación por Bill Price con el nombre Pixel Panels; Áron Losonczi presentó LITRACOM (Concreto que transmite luz, por sus siglas en Inglés); y Transluced Panel desarrollado por Will Witting profesor asistente en la universidad de Detroit, Michigan, cuyos paneles son lo suficientemente delgados para permitir el paso de la luz. Los tres productos presentados en el museo utilizando fibras ópticas dentro del concreto para permitir el paso de luz; los investigadores mexicanos no utilizaron morteros de cemento Portland sino que reemplazan la pasta de concreto por un polímero. El señor Kengo Kuma presentó un material similar al de Losonczi llamado LUCCON, material que se expuso en Tokyo Fiber ‘09 Senseware Exhibition desarrollado por una empresa Aachen, Alemania donde se utilizó un tejido de fibra óptica diseñado para la conducción de luz.

14.- Concreto con fibra de vidrio GRC (Glassfibre Reinforced Concrete) o cemento reforzado con fibra de vidrio es un material compuesto que surge hace 30 años como alternativa del concreto armado, en este material el concreto resiste los esfuerzos de compresión y las fibras de vidrio distribuidas se encargan de absorber los esfuerzos de tracción. Este tipo de materiales está constituido por un cemento Portland y una fibra de vidrio tipo AR resistente a los álcalis del cemento con características de tensión de rotura de 2500 MPa.

Existen dos aplicaciones arquitectónicas del GRC, donde su sistema de fabricación consiste en el pre mezclado para pequeñas piezas o de formas complejas; y la de proyección simultánea o spray-up, para piezas planas de mayor tamaño, en ambos sistemas la longitud de las fibras estará comprendida entre 20 y 40 mm y el espesor de la capa o capas de GRC.

El proceso de fabricación se realiza manualmente, las dimensiones de un panel no deberán exceder los 2.0 mts para que el fabricante pueda abarcar el molde sin dificultad, sin embargo también pueden alcanzar medidas de los 6 a 7 mts en el sentido largo del elemento y para facilitar su transporte no deberá ser más ancha de la plataforma del camión dentro de esta fabricación convencional se pueden presentar diferentes tipos de acabados, estos pueden ser:

- con cemento blanco
- con pigmentos
- con textura estriada con diferentes texturas
- con superficie pulida

También se pueden conseguir texturas variadas como el acabado cepillado, con chorro de aire, agua, arena y tipo martelinado, etcétera.

### **Anclaje y sujeción de paneles GRC**

El anclaje de la estructura de los paneles de fachada de GRC debe cumplir con ciertos requisitos específicos para su correcta colocación. Evitando posibles errores de ejecución que se podrían traducir en fisuras e incluso en grietas de los paneles. Estas condiciones son:

- Deben de ir sujetos a los extremos superiores como inferior
- Deben de ir apoyados en su parte interior de tal modo que su centro de gravedad caiga sobre la zona de apoyo y poder así presentar una mayor resistencia a los efectos del viento
- Las piezas auxiliares de sujeción deben diseñarse en forma que se permita el libre movimiento del panel debido a variaciones térmicas, siendo anclajes de tipo flexible, además, en paneles simples se está utilizando recientemente una estructura auxiliar o “stud-frame” que posteriormente se fija a la

<sup>66</sup> 13. X-ray Architecture. An idea hatched in the research department of OMA promises to transform the nature of buildings. Inventor Bill Price conjures up the ultimate material: translucent concrete. Shulman, Ken. New York : Bellerophon Publications, April 2001, Metropilismag.com. Página 69 de 72

## Juntas entre paneles de fachadas de GRC

Existen diferentes tipos de juntas entre paneles, las más utilizadas por su sencillez de ejecución son:

- Junta sellada: existe una separación entre paneles colindantes en función de la anchura mínima permitida por el maskin, donde el sellado es de pasta de silicón para proporcionar mayor durabilidad al a junta colocando un respaldo de esponja de poliuretano (cola de rata)
- Junta abierta: permite una mayor separación entre dos paneles que por su fabricación tan compleja su colocación en obra resulta ser complicada.
- Junta cerrada: Estas juntas precisan mantener una cierta compresión lateral entre los paneles para que funcione el sello.

### 1.7.4. Beneficios de los concretos Ligeros

“Las innovaciones técnicas y comerciales constituyen el surgimiento del mercado para revestimiento de edificaciones industriales, comerciales, vivienda y oficinas mejores métodos y materiales. El desarrollo de sistemas y componentes constructivos más livianos, que aporten un mayor valor agregado o densidad tecnológica a los productos prefabricados de concreto.

Los llamados concretos ligeros tienen una gran gama de materiales de muy variadas características, pero con un común denominador, reducción del peso específico, elevada capacidad de aislamiento térmica y el empleo de cemento Pórtland en su elaboración, aprovechan la elevada resistencia que ofrece el aire confinado en pequeñas celdas al paso del calor”<sup>67</sup>(Rojas, 2010)

“La gran variedad de este tipo de concretos dificulta su clasificación no obstante se puede separar en tres grupos:

- 1.- Formación de pequeñas celdas por incorporación de aire, o gas en el centro de la masa, concretos celulares.
- 2.- Utilización de agregados livianos, reforzados con cualquier tipo de fibras
- 3.- Realización de grandes huecos por la eliminación de elementos finos del agregado, el cual tendrá una granulometría uniforme, concretos porosos” (Rojas, 2010)

La utilización de cualquiera de estos concretos requiere de una cuidadosa selección de los materiales a utilizar, así como también de un estricto control de calidad de los materiales componentes y del proceso de fabricación de la mezcla en sus diferentes etapas.

“El material compuestos (MC, materiales compuestos) está formado por una fase discontinua, también llamado refuerzo, ya que de ella depende principalmente las propiedades mecánicas, y por una fase continua o matriz, responsable de la resistencia térmica y ambiental del material del material, que engloba al refuerzo y hace del material una estructura monolítica”<sup>68</sup>

La forma del refuerzo permite una primera clasificación: MC granulares, MC de fibra corta, MC de fibra larga o continúa, todos los materiales compuestos están reforzados con fibras, la matriz puede ser polimérica, cerámica o metálica, y cada uno de ellos se subdivide a su vez con materiales específicos, los procesos de producción de los materiales compuestos cambia significativamente según el tipo de matriz.

### 1.7.5. Materias Primas

Para la integración de materiales compuestos hay una gran variedad de productos para la realización de las mezclas, de los cuales se tendrá que hacer una selección muy específica tomando en cuenta que es lo que se busca para nuestro producto final.

---

<sup>67</sup> Rojas, J. J. (2010). civilgeeks.com. Retrieved from facebook.com/CivilGeeks

<sup>68</sup> JAMES, F. SHAKELFORD, Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros, Edith. Pearsón, 2005

El resultado de una buena mezcla dependerá directamente de las características físicas de cada uno de los polímeros que la integran, será necesario que muestren un grado de resistencia a la acción degradante del clima, y aunque la mayoría de los polímeros, son en cierto grado químicamente inertes, sus superficies y propiedades mecánicas deberán ser correctamente diseñadas, como la correcta selección de las resinas conociendo sus propiedades dentro de las cuales encontramos: las resinas termoestables como: epoxi, poliéster, poliuretano, y actúan como la matriz o fase continua de un material compuesto.

Algunas de las propiedades de las resinas sin catalizar son: viscosidad, peso específico y contracción contenido de agua, pesos moleculares, propiedades de las resinas líquidas catalizadas: gelificación, inhibición del aire, propiedades de las resinas curadas, mecánicas, térmicas.



Ilustración 86 Extraída con fines didácticos "TIPOS DE FIBRA DE VIDRIO" 16-julio-17 AMES, F. SHAKELFORD, Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros, Edith. Pearsón, 2005

### 1.7.6. Clasificación de Fibra de Vidrio

Un material compuesto presenta dos elementos principales: fibra y matriz la combinación adecuada de estos componentes origina materiales con mejores propiedades que las partes que los componen por separado, las resinas de poliéster cuando se usan solas, tienen gran resistencia a la compresión y a las temperaturas elevadas, pero son rígidas y con poca resistencia a la tracción y menos a la flexión. El refuerzo más utilizado es la fibra de vidrio teniendo esta gran resistencia a la tracción y gran flexibilidad. Para que haya una buena compatibilidad entre las resinas y la fibra de vidrio, para exista una buena unión entre ambos productos.

Las fibras de refuerzo utilizadas en los materiales compuestos se pueden clasificar de forma general en tres categorías 1.- fibras de carbono, 2.- fibras inorgánicas, 3.- fibras poliméricas, estas fibras se pueden cortar en forma continua o fibra cortada.

La fibra de vidrio está formada fundamentalmente por sílice, que asocia a diversos óxidos (alúmina, alcalinos y alcalinotérreos, y se obtiene por fusión de la mezcla de esta materia, pasando por la hilera y sometándose a una operación de estirado.

#### Presentaciones Industriales

- Mantas de fibra de vidrio (MAT). Es el material más usual para laminados de PRFV por ser fácil de moldear, de menor costo, siendo los actuales ligantes fácilmente solubles en estireno.
- Tejidos de fibra de vidrio Woven Roving. Produce laminados más resistentes por la mayor resistencia a la tracción.
- Filamentos de fibra de vidrio Roving, se usan para reforzar las capas de tejido de vidrio y también para conferir resistencia y dureza.
- Velos se puede usar de amortiguamiento entre la capa de gelcoat y las principales de refuerzo, también se usan como capa de refuerzo del propio gelcoat, dando así algo de consistencia a esta capa.
- Cintas de fibra de vidrio, consiste en un tejido en formas de cintas que es adecuada para aplicar en aquellos lugares donde se precisan bandas estrechas de refuerzos por ligamentos en espiral.
- Fibras de vidrio pre-impregnadas, el tejido y los MAT se fabrican también impregnados con una mezcla de resina-catalizador que puede ser activada por calor<sup>69</sup> (Burgman, 1974)

<sup>69</sup> Burgman, J. A. (1974). The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibres, K. L. Lowenstein, Elsevier, Amsterdam, 1973. 280 pp. *Journal of Polymer Science: Polymer Letters Edition*, 12(2), 102-102. doi:10.1002/pol.1974.130120209

### I.8.1. Normatividad

#### Pruebas mecánicas

- Prefabricados de concreto. Elementos para muros / UNE-EN14992:2008
- Resistencia a compresión del concreto
- La resistencia del concreto. La toma de muestras para la realización del ensayo se deberá realizar según la norma EN 12350-1. La elaboración y curado de las probetas y la determinación de la resistencia a compresión sobre probetas cilíndricas), se deberá llevar a cabo conforme a la serie de normas EN 12390. / NORMA NMX –C-083-ONNCCE-2014/ / NMX-C-163-1997-ONNCE. Otro aspecto a considerar muy importante será el agua utilizada en la mezcla siguiendo las recomendaciones de la norma: Agua para concreto NMX-C-122ONNCCE-2004 / NMX-C-163-1997-ONNCCE NMX-C-277-ONNCCE-2010
- Aislamiento al ruido aéreo y transmisión de ruido por impacto
- Aislamiento al ruido aéreo y la transmisión de ruido por impacto (dB) y debe elegir entre estos dos métodos para determinar dichas propiedades:
  - A) Por cálculo conforme a las norma EN 12354-1:2000 y EN 12354-2:2000.
  - B) Por ensayo conforme a norma EN ISO 140-3.

### I.8.2. Durabilidad

De los elementos prefabricados de concreto está certificada por los siguientes aspectos, norma UNE-EN 13369:2006: contenido mínimo de cemento, relación máxima agua/cemento, contenido máximo de cloruros, contenido máximo de álcalis, protección del concreto recién fabricado contra la pérdida de humedad, hidratación adecuada mediante tratamiento térmico, resistencia mínima del concreto, recubrimiento mínimo del mismo y calidad.

NORMA NMX-C-501-ONNCCE-2015 Durabilidad de estructuras de concreto reforzado- medición de velocidad de corrosión en campo. INTEMPERISMO UNE-EN-1170-8

### I.8.3. Detalles constructivos

Los detalles constructivos del elemento, en lo que respecta a los datos geométricos y las propiedades de los materiales, anclajes, las medidas, las tolerancias, la disposición de armaduras, el recubrimiento del concreto y las condiciones de elevación. La composición de la documentación técnica se proporciona en la norma UNE-EN 13369:2006.



Ilustración 87 Extraída o CAPTURADAS con fines didácticos "DETALLES DE CONEXIÓN"29-04-15  
[https://www.google.com.mx/search?q=montaje+de+fachadas+prefabricadas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjh25en9ufRAhXky1QKHatpCk4Q\\_AUIBigB#q=montaje+de+fachadas+prefabricadas&tbs=isch&tbs=rimg:CfBTgG7VLYdIjgj3cNtySS4\\_1dMPLIWnsfvPj4uRpls3UmKv3kFUaYFjoUMH1zvi6FY\\_1tbg13tQnkR90wKK5-Op0ayoSCSPdw23JlJ9EWF8V-8RwU9ZKhJj0w8uVY2x-88R1PLOZiGuoXlqEgmPi5GmWzdSYhGg0VSsMkn9yCoSCa\\_1eQVRpgUmhERvIN3J4xjJSKhJQwXO-LoVj8RZ0Riu\\_1u6WYwqEgm1uAne1CeRHxHUwiAjNls9mCoSCXTAorn46k5rESf0nRRfj2&imgre=98FOAbtUth21iM%3A](https://www.google.com.mx/search?q=montaje+de+fachadas+prefabricadas&biw=1366&bih=599&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjh25en9ufRAhXky1QKHatpCk4Q_AUIBigB#q=montaje+de+fachadas+prefabricadas&tbs=isch&tbs=rimg:CfBTgG7VLYdIjgj3cNtySS4_1dMPLIWnsfvPj4uRpls3UmKv3kFUaYFjoUMH1zvi6FY_1tbg13tQnkR90wKK5-Op0ayoSCSPdw23JlJ9EWF8V-8RwU9ZKhJj0w8uVY2x-88R1PLOZiGuoXlqEgmPi5GmWzdSYhGg0VSsMkn9yCoSCa_1eQVRpgUmhERvIN3J4xjJSKhJQwXO-LoVj8RZ0Riu_1u6WYwqEgm1uAne1CeRHxHUwiAjNls9mCoSCXTAorn46k5rESf0nRRfj2&imgre=98FOAbtUth21iM%3A)

II.2.1. Dosificación de la mezcla

El procedimiento de dosificación de la mezcla para un concreto translucido es diferente en algunos aspectos a los métodos tradicionales utilizados en un concreto tradicional. Con una base esencialmente empírica, el común denominador de todos ellos es que requieren un diseño por etapas: En una primera etapa fue necesario optimizar la pasta que actúa como medio de liga con el árido y los granos gruesos (relación arena/grava translucida). Posteriormente, en una segunda etapa, en base a las resistencias mecánicas necesarias y a las exigencias térmicas y lumínicas.

La composición de la pasta del concreto translucido requiere de los siguientes requisitos:

- Alto volumen de pasta (finos y agua), del 35 al 40% del total de mezcla.
- Bajo volumen de áridos gruesos (del 28 al 35% del total de mezcla).
- Reducido tamaño máximo del árido, normalmente no mayor de 20 mm.
- Baja relación agua-finis.

PROPORCION DE MEZCLA DE CONCRETO TRANSLUCIDO



AGREGADO DE MARMOL .3-5 mm (1-2) / AGREGADO DE ONIX 15-20 mm (4-5)

SELECCIÓN DE MEZCLA

Se puede decir que las propiedades del concreto y los procesos de fabricación de los prefabricados se estudiaron principalmente con el propósito de seleccionar los agregados y el método más apropiado para el diseño de mezcla o selección de la misma, y tomamos dos criterios que deberían cumplir con tal diseño: la resistencia del concreto y su durabilidad.

En el diseño de esta mezcla estaba implícito el requisito de la trabajabilidad, el cual debería ser el más apropiada para las condiciones de colado. La trabajabilidad se aplicará, no sólo al revenimiento en el tiempo de mover los agregados en la mezcladora, sino también a una limitación sobre la pérdida del revenimiento hasta el momento del vaciado del concreto. Otros criterios importantes son: tiempo de fraguado, el grado, facilidad de acabado; estos dos están relacionados.

En la selección de las proporciones de la mezcla, nos limitamos a escoger los materiales adecuados del concreto, determinar las cantidades relativas de los mismos con el objeto de producir, lo más económico que sea posible, concreto con cierto mínimo de propiedades especialmente resistencia, durabilidad y una consistencia adecuada a lo que buscamos.

Con base en lo anterior se propuso la creación de una pieza prototipo con el propósito de evaluar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto translucido se desarrollarán para determinar cual será el diseño de la proporción de la mezcla, que deberá cumplir con diferentes aspectos como:

- Mecánicos
- Estéticos
- Diseño del armado y conectores
- Proceso de fabricación, conectores
- Aspectos térmicos y luminicas.

## II.2.2. Propuesta de diseño de mezclas

Se diseñaran 4 tipos de concreto antes de determinar cuál será el adecuado para lograr los objetivos planteados en un inicio. Que responda a aspectos estéticos y de seguridad, para cada diseño de mezcla, se determinara un medida estándar para las muestras, la cual será de 0.15 x 0.15 x 0.02 espesor.

Descripción de los Proceso de fabricación de Muestras tipo I para determinar la proporción adecuada de la mezcla de 0.15 x 0.15x 0.2 se realizó de acuerdo a las siguientes etapas:

### CONCRETO TRANSLUCIDO PRUEBA I



Ilustración 88 Capturada con fines didácticos "PRUEBA I MATERIALES" 3-5-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

**MATERIALES:** Resina poliéster, agregado grueso mármol de 1-2, fibra de vidrio, catalizador, arena silica, material luminiscente, cera desmoldante.



Ilustración 89 Capturada con fines didácticos "Prueba I MOLDE" 3-5-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

1.- Preparación del molde, escuadras de PTR, y base de vidrio, para lograr una textura pulida, el PTR se fijara a la base con yeso y eso nos ayudara para que no existan pérdidas de líquidos durante el fraguado de la pasta.



Ilustración 90 Capturada con fines didácticos " Prueba I APLICACION DESMOLDANTE" 3-5-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

2.- Aplicación de cera desmoldante sobre el molde, vaciando de 50 ml. se esparce uniformemente sobre el molde para poder descimbrarla.



Ilustración 91 Capturada con fines didácticos "Prueba I CONCRETO TRANSLUCIDO" 3-5-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

3.- Integración de los materiales para formar una pasta homogénea, la cual se vaciara sobre el molde de PTR.

**MATERIALES:** Resina, fibra de vidrio, catalizador, grano translucido.



Ilustración 92 Capturada con fines didácticos "Prueba I PIEZA TERMINADA" 3-5-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

4. Después de realizar la mezcla uniforme se procede al vaciado en el molde inicia la reacción para dar paso a la gelidificación de la resina, después de 4 horas., la pieza se puede desmoldar sin ningún problema.

**PIEZA TERMINADA**

## CONCRETO TRANSLUCIDO PRUEBA II

Descripción de los Proceso de fabricación de Muestras tipo II para determinar la proporción adecuada de la mezcla de 0.15 x 0.15x 0.2 se realizó de acuerdo a las siguientes etapas:



Ilustración 93 Captura con fines didácticos "Prueba II MATERIALES" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

**MATERIALES:** Resina poliéster, agregado translucido de 1-2, fibra de vidrio, catalizado, agregado translucido, cera desmóldante.



Ilustración 94 Capturada con fines didácticos "Pruebas II MOLDE" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

1.- Preparación del molde, escuadras de PTR, y de base una placa de acero de 3/4", para lograr una textura pulida, el PTR se fijara a la base por medio de tornillería.



Ilustración 95 Capturada con fines didácticos " Pruebas II DESMOLDANTE" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

2.- Aplicación de cera desmóldante sobre el molde, vaciando de 50 ml.se esparce uniformemente sobre el molde para poder desmoldarla.



Ilustración 96 Capturadas con fines didácticos "Pruebas II CONCRETO TRANSLUCIDO" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

3.- Después de realizar la mezcla uniforme se procede al vaciado del agregado translucido en la resina poliéster, fibra de vidrio y el catalizador que será el que inicie la reacción para que de paso a la gelidificación de la resina, enseguida es vaciada al molde.



Ilustración 97 Capturada con fines académicos " Prueba II CONCRETO EN MOLDES" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres



Ilustración 98 Captura con fines académicos " Prueba II PIEZA TERMINADA" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

## CONCRETO TRANSLUCIDO PRUEBA III

Descripción de los Proceso de fabricación de Muestras tipo III para determinar la proporción adecuada de la mezcla de 0.15 x 0.15x 0.2 se realizó de acuerdo a las siguientes etapas:



Ilustración 99 Capturada con fines académicos "Prueba III MATERIALES" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

**MATERIALES:** Resina poliéster, agregado translucido, fibra de vidrio, catalizador, pigmento, material translucido, película desmoldante, arena silicea.



Ilustración 100 Capturada con fines académicos " Prueba III MOLDE " 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

1.- Preparación del molde, escuadras de PTR, y de base una placa de acero de  $\frac{3}{4}$ " , para lograr una textura pulida, el PTR se fijara a la base por medio de tornillería.



Ilustración 101 Capturada con fines académicos "Prueba III "APLICACION DESMOLDANTE" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

2.- Aplicación de cera desmoldante sobre el molde, vaciando de 50 ml. se esparce uniformemente sobre el molde para poder desmoldarla.



Ilustración 102 Capturada con fines académicos "Prueba III FABRICACION CONCRETO TRANSLUCIDO" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

3.- Después de realizar la mezcla uniforme se procede al vaciado del agregado translucido en la resina poliéster, fibra de vidrio, arena silicea y el catalizador que será el que inicie la reacción para que de paso a la gelidificación de la resina, enseguida es vaciada al molde.



Ilustración 103 Capturada con fines académicos "prueba III "ACABADO"16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

4.- Se procede a dar el acabado pulido con pulidora y disco para piedra



Ilustración 104 Capturada con fines académicos "Prueba III PIEZA TERMINADA" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

**PIEZA TERMINADA**

## CONCRETO TRANSLUCIDO PRUEBA IV

Descripción de los Proceso de fabricación de Muestras tipo IV para determinar la proporción adecuada de la mezcla de 0.15 x 0.15x 0.2 se realizó de acuerdo a las siguientes etapas:

**MATERIALES:** Fibra de vidrio, cemento blanco, Arena silica, agregado translucido, agua.



Ilustración 105 Captura con fines didácticos "MATERIALES" 3-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres

1.- Preparación del molde, escuadras de PTR, y de base una placa de acero de ¼", para lograr una textura pulida, el PTR se fijara a la base por medio de tornillería. Aplicación de cera desmóldante sobre el molde, 50 ml. Y se esparce uniformemente sobre el molde para poder descimbrarla.



Ilustración 106 Capturada con fines didácticos "Prueba IV MOLDES" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

2.- Después se realiza una mezcla uniforme integrando cada uno de los materiales como: agregado translucido cemento blanco, fibra de vidrio, granos de mármol, cero fino y agua la cual nos ayudara para que inicie el proceso de fraguado del concreto con la formación de los cristales.



Ilustración 107 Capturada con fines académicos "prueba IV CONCRETO TRANSLUCIDO"3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

3.- Concreto Translucido



Ilustración 108 Extraída con fines didácticos " Prueba IV CONCRETO TRANSLUCIDO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

4.- Muestra de .15 X .15 X .2 sin acabado



Ilustración 109 Extraída con fines didácticos " Prueba IV PIEZA SIN ACABADO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

5.- Acabado picoleteado en una de las caras, Se aplicó un acabado picoleteado para lograr una textura rugosa, debido a que la pieza estaba muy dura se tomó la decisión de cambiar el acabado por chorro de agua, para exponer el grano translucido.



Ilustración 110 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO PICOLETEADO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

6.- Acabado chorro de agua a presión en una de las caras para descubrir el grano translucido y comparar texturas de un acabado con otro.



Ilustración 111 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO AGUA"3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

7.- Acabado pulido con equipos mecánicos



Ilustración 112 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO PULIDO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

8.- Pieza terminada



Ilustración 113 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO AGUA"3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres

MUESTRA SELECCIONADA

### II.2.3. Diseño de pruebas mecánicas

Una vez definida la proporción de los agregados con la que obtuvimos la muestra seleccionada, se tomaron las muestras para realizar las pruebas de compresión y tensión, se enviaron al laboratorio los siguientes cilindros.

#### 1.- Materiales para la fabricación de 28 cilindros y 3 vigas de concreto



Ilustración 114 Extraída con fines académicos " CONCRETO PARA PRUEBAS MECANICAS" 2-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres

2.- Los moldes de los cilindros se fabricaron con tubo de pvc de 3" se realizaron un corte al centro para determinar la medida de un cilindro de 10 x 20 y como base se tomó un vidrio para poder obtener las superficies planas y se pudieran realizar las pruebas en el laboratorio del imcyc.



Ilustración 115 Extraída con fines didácticos "cilindros de compresion"2-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres

3.- De dicha proporción se colaron 3 mezclas en diferentes días, para colar un total de 24 cilindros como lo marca la norma para las pruebas de compresión, de las mismas mezclas se tomó pasta para colar las vigas de concreto y realizar las pruebas de tensión y se fabricaron 6 tabletas de 20 x 30 cm para pruebas de



Ilustración 116 Extraída con fines didácticos "PASTA ARQUITECTONICA" 2-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres

4.- Después de fraguar el concreto y sumergir los cilindros dos días en botes de agua, para estarlos curando, son enviados al laboratorio el IMCYC, para realizar las pruebas mecánicas.



Ilustración 117 Extraída con fines didácticos "CURADO DE CILINDROS " 4-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres

Resultados obtenidos de las pruebas mecánicas

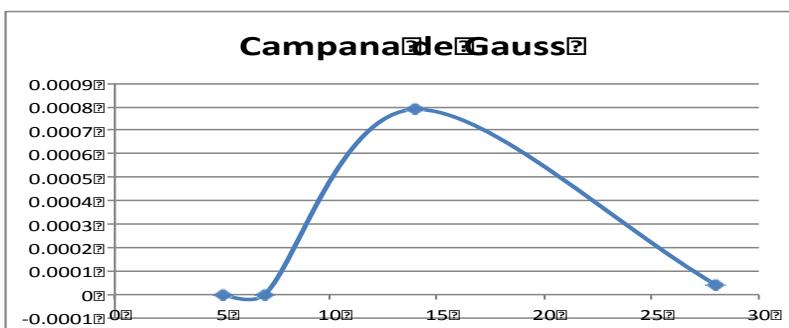
Tabla de resultados obtenidos en los laboratorios del IMCYC. Se anexan los resultados oficiales de los laboratorios

TABLA 1 RESULTADOS OBTENIDOS PRUEBAS DE COMPRESIÓN (IMCYC) SE ANEXAN RESULTADOS ORIGINALES

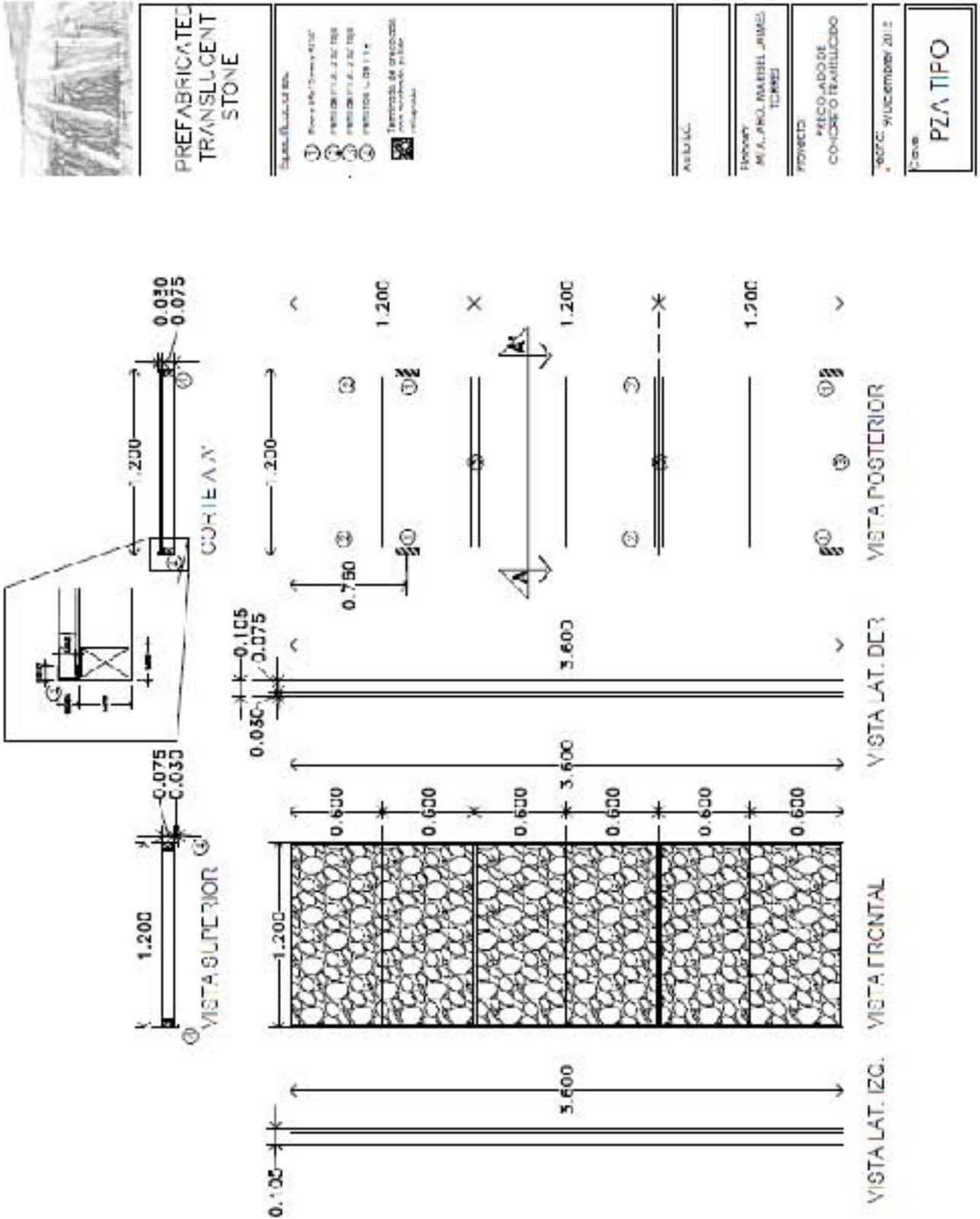
NUM. DE CILINDROS	NUM. MEZCLA	DIAS	RESISTENCIA KG/CM2
1	1	5	146
2	1	7	181
3	1	7	163
4	1	14	145
5	1	14	146
6	1	28	174
7	1	28	192
8	2	5	133
9	2	2	171
10	2	5	150
11	2	7	210
12	2	7	162
13	2	14	151
14	2	14	184
15	2	28	182
16	2	28	137
17	3	6	104
18	3	3	103
19	3	7	110
20	3	7	125
21	3	14	175
22	3	14	293
23	3	28	171

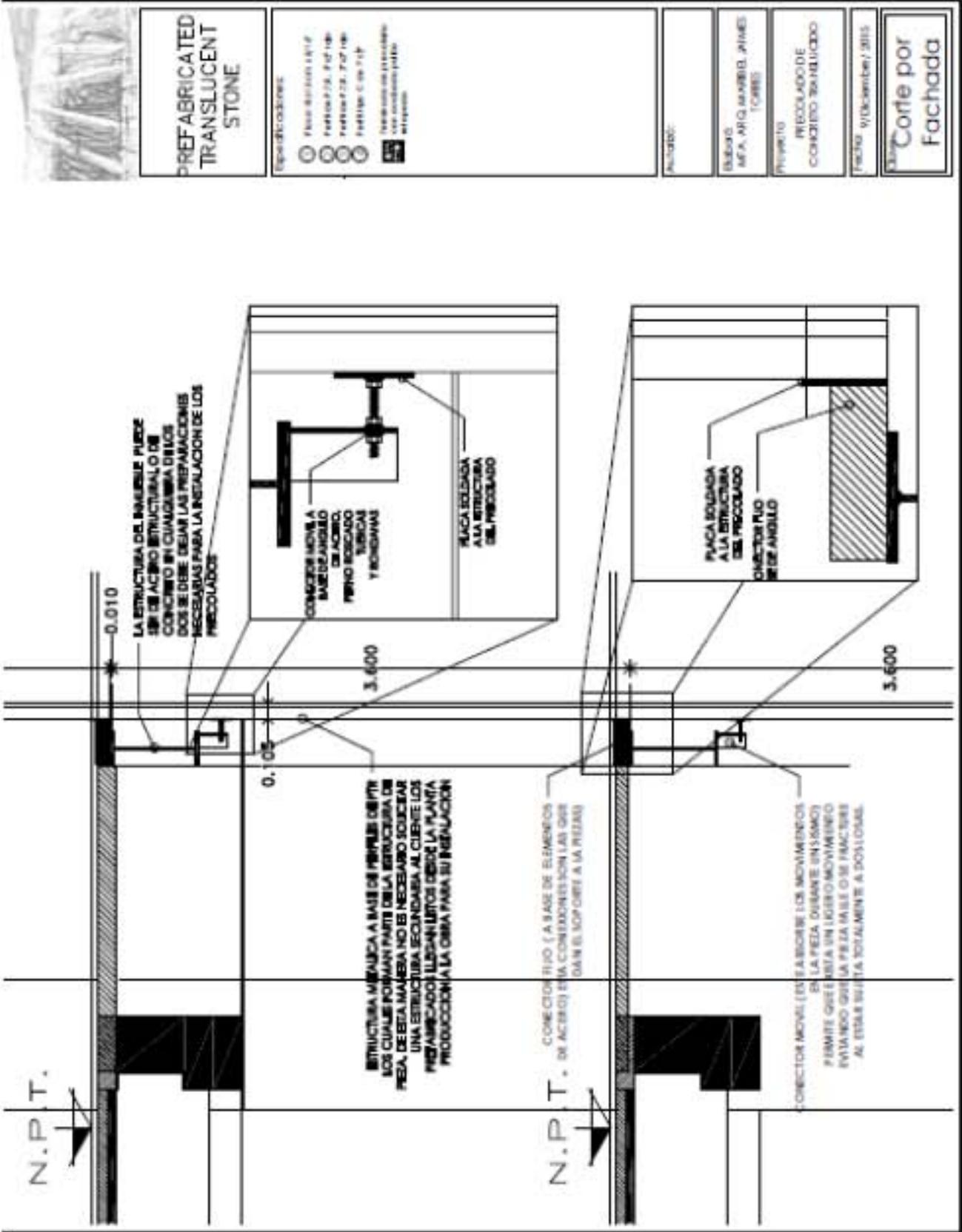
En esta grafica podemos observar un valor promedio de los resultados de compresión. Al obtener la resistencia de las pruebas, se determina el diseño del armado de la tableta, para poder instalarla en obra

Días	Valor Esperado $\bar{x}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Días	DISTRIBUCIÓN
5	<b>134.5</b>	26.9	5	0.00000014
7	<b>158.5</b>	36.5	7	0.00000199
14	<b>163.8</b>	77.3	14	0.00078901
28	<b>190.2</b>	50.0	28	0.00004177
	<b>161.7</b>	<b>50.5</b>		



II.2.4. Diseño de pruebas mecánicas





## II.2.5. Diseño pruebas Termicas

### ESPACIOS DE EXPERIMENTACIÓN

Para poder desarrollar las pruebas térmicas y lumínicas del concreto translucido se fabricó un cubo de 0.40 x 0.40 cm con materiales aislantes: placa de tablaroca, placa de 3 cm de unicel, malla de gallinero y se cubrió con concreto, logrando un espesor de 5cm. Dicho cubo quedo un espacio abierto, el cual sería cubierto con la placa de concreto translucido

1.- Base y marco de acero de PTR de  $\frac{3}{4}$ " , en la base tiene un perno el cual nos permite girarla y orientarla.



Ilustración 118 Capturadas con fines didácticos "CUBO DE EXPERIMENTACIÓN" 12-5-15 Autor Maribel Jaimes Torres



2.- Cubo se forra con materiales aislantes para que no existan pérdidas o ganancias termicas del exterior

Ilustración 119 Capturadas con fines didácticos " FORRO CUBO DE EXPERIMENTACIÓN" 12-5-15 Autor Maribel Jaimes Torres



Ilustración 120 Capturadas con fines didácticas "MATERIALES"14-5-15 Autor Maribel Jaimes Torres

3.- Se coló una muestra de .30 x .25 x .2, con los siguientes materiales: fibra de vidrio, cemento gris, arena silica. Grano de mármol, granos translucido, agua.



Ilustración 121 Capturada con fines didácticas "PROCESO DE FABRICACIÓN" 14-MAYO.16 Autor Maribel Jaimes Torres

4.- Muestra de concreto translucido, para someterla a pruebas termicas y luminicas, dicha pasta es la misma con a que se colaron los cilindros para pruebas de compresión.



Ilustración 122 Capturadas con fines didácticas "ACABADO SAN BLASTEADO" 18-MAYO.16 Autor Maribel Jaimes Torres

5.- Muestras de concreto translucido, el acabado seleccionado por una de las caras fue con chorros de arena (san blasteado).



Ilustración 123 Capturadas con fines didácticas "ACABADO SAN BLASTEADO" 19-MAYO.15 Autor Maribel Jaimes Torres

6.- En la otra cara de la pieza se buscó un acabado pulido con equipos mecánicos, pieza montada en el módulo de experimentación.

Descripción del espacio de experimentación para pruebas lumínicas y térmicas en laboratorio.

Se trata de una caja térmica (*Ver ilustración 124*) compuesta de una serie de aislamientos térmicos en todas sus 6 caras con el propósito de evitar la comunicación térmica con el ambiente exterior. Este tratamiento está dispuesto en 5 caras del cubo, destinando 1 cara parcialmente a la colocación de nuevos materiales experimentales. Al mantener un ambiente interior controlado de las características climáticas del exterior, se asegurará que las condiciones interiores del módulo sean determinadas por las características del material en experimentación, debido a las ganancias térmicas y lumínicas directas e indirectas del espectro electromagnético sobre el mismo. El modulo se encuentra montado en una base metálica la cual permite girar para orientarlos según las necesidades del proyecto, este sistema móvil es manual y no incluye sensores y motor para el seguimiento solar, sin embargo faculta la orientación deseada según las necesidades del experimento.



Ilustración 124 Capturada con fines didácticas "CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO, CON ESPACIO DESTINADO A MATERIALES EXPERIMENTALES" 9 junio -15 Autor Maribel Jaimes Torres

Previo a los experimentos lumínicos y térmicos se realizaron mediciones solo del módulo de experimentación con el fin de determinar la estabilidad del espacio de experimentación, las pruebas fueron realizadas con 5 termistores de superficie y uno ambiental, los cuales realizaron mediciones de cada cara interior de la caja térmica así como en el centro de la misma, midiendo la temperatura del espacio interior. (*Ver ilustración 125*).El modulo fue sometido a las condiciones ambientales con una orientación norte sur.



Ilustración 125 Capturada con fines didácticos "COLOCACIÓN DE TERMISTORES DE SUPERFICIE Y AMBIENTAL" 9 junio -15 Autor Maribel Jaimes Torres

Se tomaron mediciones térmicas con un intervalo de 1 min para de estabilización de la maqueta, una vez obtenidos los resultados, se determinó que aún tenía intercambio energético entre el interior y exterior, por lo que se complementó con nuevas capas de poliestireno expandido para incrementar la resistencia térmica del módulo de experimentación (Ver ilustración 126), hasta lograr la estabilización requerida.

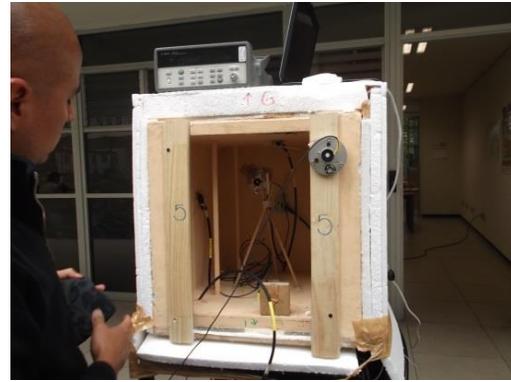
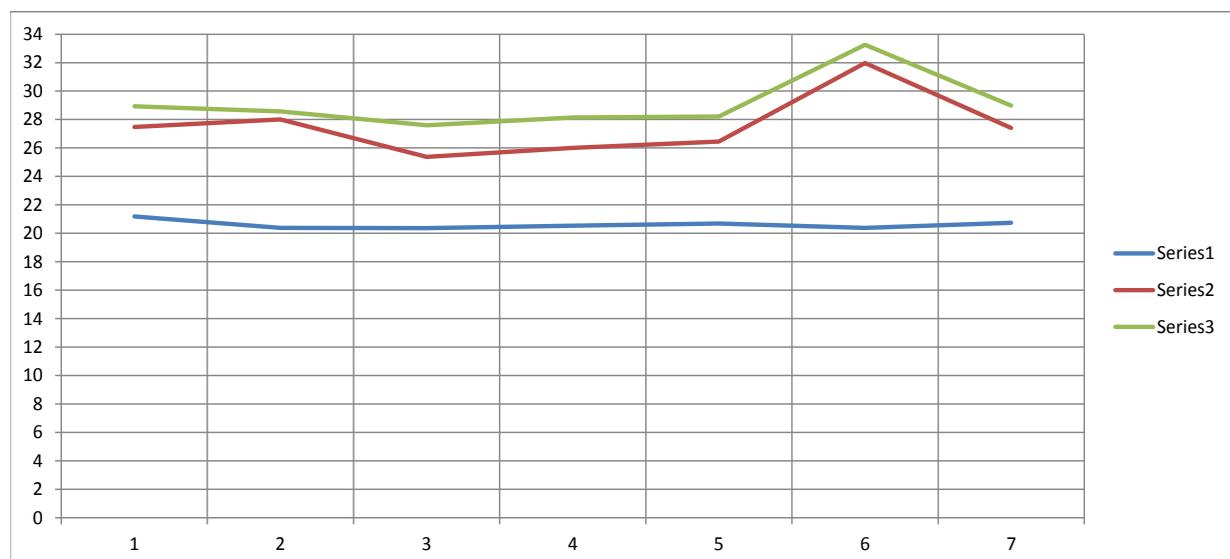


Ilustración 126 Capturada con fines didacticos "REFUERZO TÉRMICO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO" 9 junio -15 Autor Maribel Jaimes Torres

Obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 2 Resultados de estabilización térmica del módulo de experimentación**

HORA	RN	Deg C						
01/12/2015 14:00	1	21.18	20.39	20.37	20.54	20.69	20.39	20.75
01/12/2015 15:00	2	27.48	28.01	25.37	26	26.45	31.98	27.41
01/12/2015 16:00	3	28.93	28.58	27.59	28.14	28.22	33.25	28.98



Como se puede observar en la tabla 2, durante la prueba de estabilización en la serie 2 y 3 existían fluctuaciones en la energía interior, mientras que en la serie 1, se logra estabilizar casi en su totalidad el intercambio energético, con lo cual ya se pudo comenzar con la ejecución de los experimentos térmicos y lumínicos.

## EXPERIMENTOS

Variable Climática para experimentación térmica y lumínica

A la par de las mediciones del prototipo al interior y exterior del módulo, se obtuvieron los datos climáticos de la estación meteorológica del instituto de Geofísica de la UNAM, para así comparar los resultados de las mediciones con las condiciones climáticas durante el experimento, y poder determinar:

- La radiación del espectro electromagnético (W/m<sup>2</sup>)
- La temperatura ambiental (°C)
- La cantidad de Luxes en el ambiente exterior (Lux).
- Velocidad y dirección del viento

Los datos obtenidos serán útiles en las pruebas térmicas para tener un parámetro de la energía térmica a la cual está sometida el material el material prefabricado traslucido y serán comparados con los resultados de las mediciones interiores, y así obtenerla cantidad de energía y que el material transmite al interior y viceversa.

**Prueba térmica en laboratorio**

Se sometió 1 placas translucidas a experimentación térmica. Para ello se utilizaron termistores de superficie y ambientales conectados a un adquisidor de datos marca “Campbell” modelo “Datalogger CR1000”, del cual podremos conectar la computadora y obtener los datos de los termopares. La prueba de control exterior se realizaría con los datos meteorológicos de la estación de GEOFISICA de la UNAM

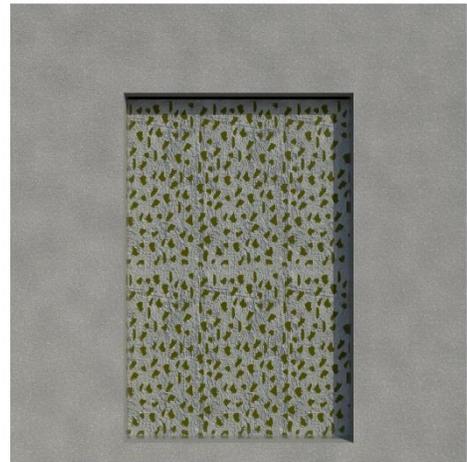


Ilustración 127 Capturada con fines didácticos "CAJA TERMICA CON MUESTRA" Autor Maribel Jaimes T



Ilustración 128 Capturada con fines didácticos "CAJA TERMICA INSTALACION DEL EQUIPO" Autor Maribel Jaimes

Para este experimento se utilizarán los siguientes instrumentos:

TABLA 3 EQUIPO TERMICO

TABLA DE EQUIPO UTILIZADO PARA EL EXPERIMENTO TÉRMICO				
Meta de Experimento	Equipo utilizado	Fución del equipo	Modelo del equipo	Cantidad
Prueba térmica interior	CABLE TERMISTOR	Toma datos de temperatura superficial	Type K 6 ft Beaded Thermocouple Sensor TC6-K	6
Prueba térmica (incluido en las mediciones de variables climáticas)	Adquisidor de datos (ya se cuenta con el equipo)	Recolecta los datos de los instrumentos a PC	Measurement and control module CR10X, Marca Campbell CR1000, Scientific Inc.	1

Objetivos particulares de la prueba térmica:

- a) Determinar la ganancia térmica del material y su transmitancia al interior y viceversa.

**Metodología de prueba térmica.**

Una vez colocada la instrumentación antes mencionada se sometió a radiación solar directa orientando el módulo de experimentación al sur durante 9 días, considerando este rango de tiempo para experimentar con las diferentes condiciones climáticas entre este intervalo. Debido a que es diferente la transmisión de energía entre el interior y e exterior, dependiendo la cantidad de irradiación solar directa, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, cuando existe una irradiación directa y constante existirá mucha ganancia energética, por el contrario en un día nublado donde la irradiación es en su mayoría es difusa la ganancia energética es menor, por lo que la transmitancia del material es menor y más lenta.

Se tomaron mediciones a cada minuto de todas las superficies interiores del módulo para después sacar un promedio de temperatura interior de todos los sensores para después contrastarlos con los datos meteorológicos.

Se calculó la temperatura sol aire de las condiciones exteriores determinando el comportamiento energético en la envolvente del módulo de experimentación, utilizando la siguiente formula:

$$T_{s/a} = T_{amb} + \frac{ht * \alpha}{ho} - \frac{DR * \epsilon}{ho}$$

Al considerar la irradiación, solar, las condiciones de humedad relativa y la velocidad del viento, se obtuvieron parámetros de temperatura con respecto a las ganancias y pérdidas de energía más reales de las condiciones climáticas, por lo que este dato se considera más preciso que solo tomar una temperatura ambiental.

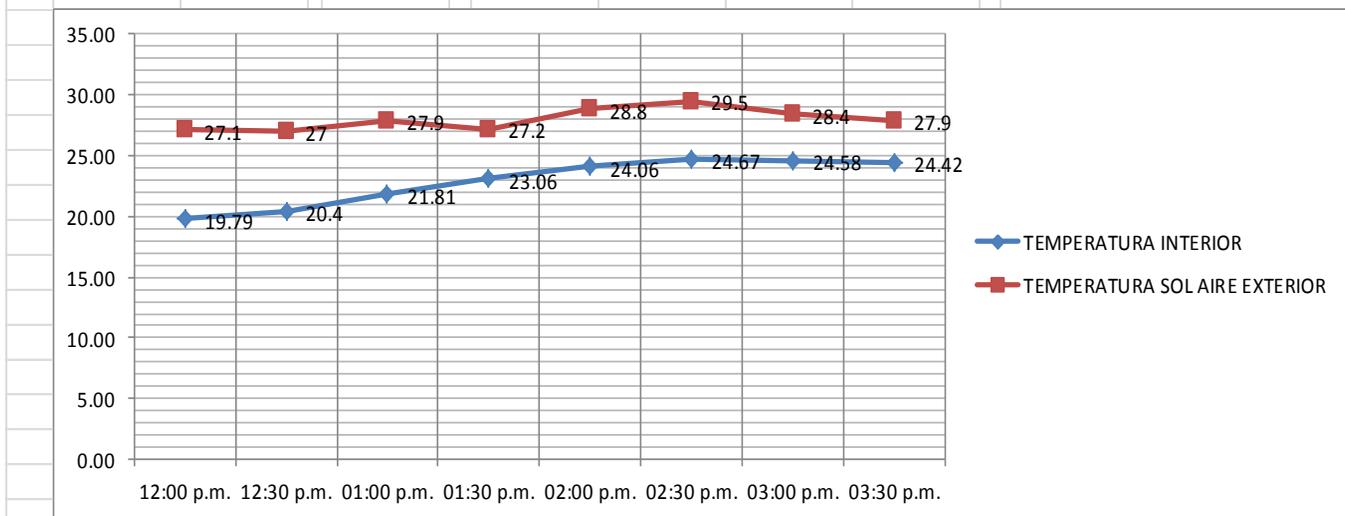
Se calculó la energía necesaria para calentar el volumen de aire interior del módulo de experimentación. Según los datos obtenidos del promedio de los termistores interiores, y el calor específico del aire, y la diferencia de temperatura inicial y final, se determinaron las ganancias o pérdidas de energía entre el interior y el exterior. Para esto se utilizó la siguiente formula:

$$Q = m * ce * \Delta T$$

Con este proceso se obtuvieron los siguientes resultados:

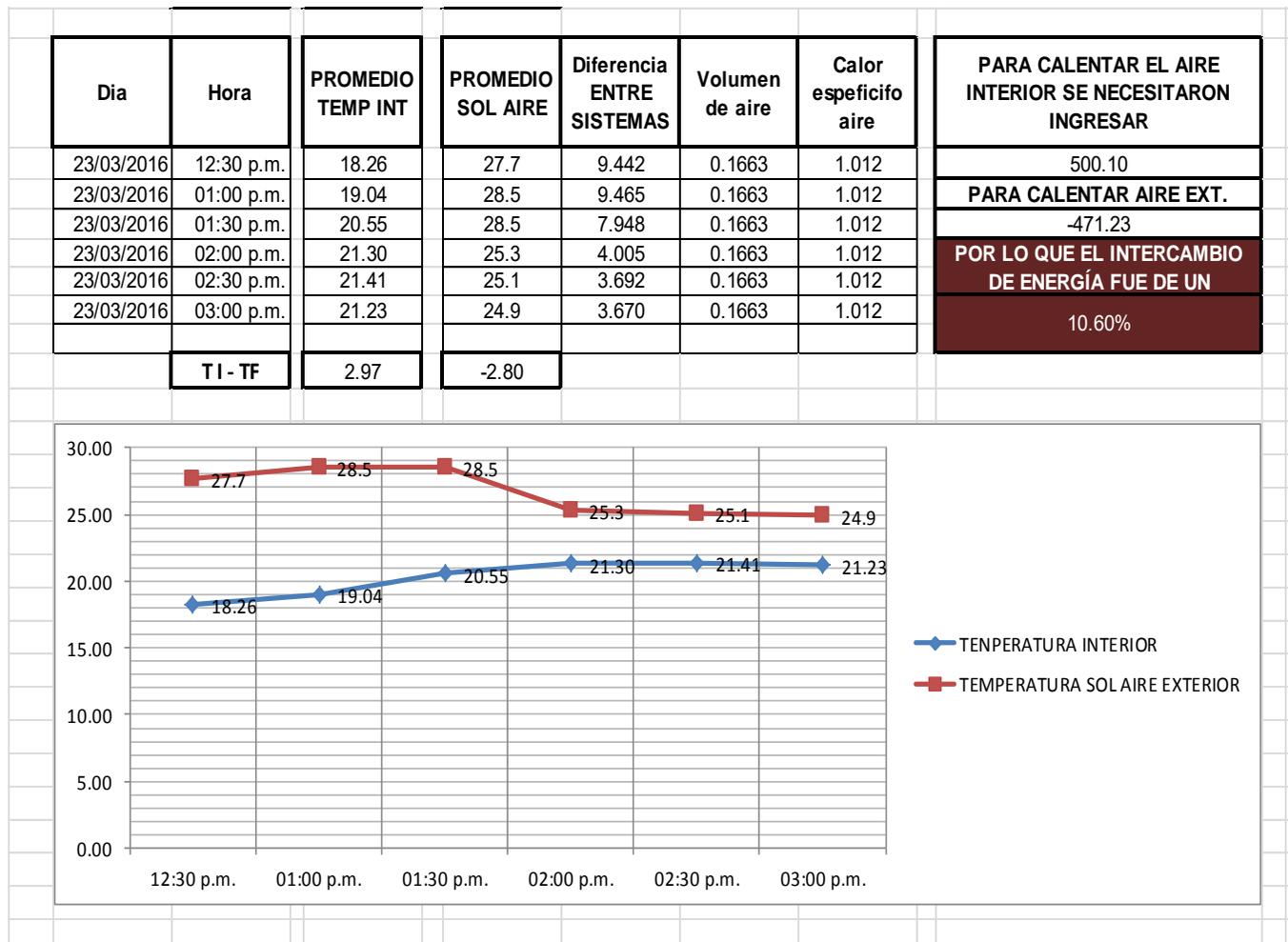
**Tabla 4 Resultados de la prueba térmica del 16 de marzo**

Dia	Hora	PROMEDIO TEMP INT	PROMEDIO SOL AIRE	Diferencia ENTRE SISTEMAS	Volumen de aire	Calor específico aire	PARA CALENTAR EL AIRE INTERIOR SE NECESITARON INGRESAR
16/03/2016	12:00 p.m.	19.79	27.1	7.310	0.1663	1.012	806.77
16/03/2016	12:30 p.m.	20.4	27	6.600	0.1663	1.012	PARA CALENTAR AIRE EXT.
16/03/2016	01:00 p.m.	21.81	27.9	6.090	0.1663	1.012	218.78
16/03/2016	01:30 p.m.	23.06	27.2	4.140	0.1663	1.012	POR LO QUE EL INTERCAMBIO DE ENERGÍA FUE DE UN 27.12%
16/03/2016	02:00 p.m.	24.06	28.8	4.737	0.1663	1.012	
16/03/2016	02:30 p.m.	24.67	29.5	4.831	0.1663	1.012	
16/03/2016	03:00 p.m.	24.58	28.4	3.816	0.1663	1.012	
16/03/2016	03:30 p.m.	24.42	27.9	3.480	0.1663	1.012	
	<b>TI - TF</b>	4.79	1.30				



Como se puede apreciar en la tabla 4, el día 16 de marzo se mostró la mayor conductividad térmica debido a una constante irradiación solar teniendo un promedio de 27.12 % de conductividad.

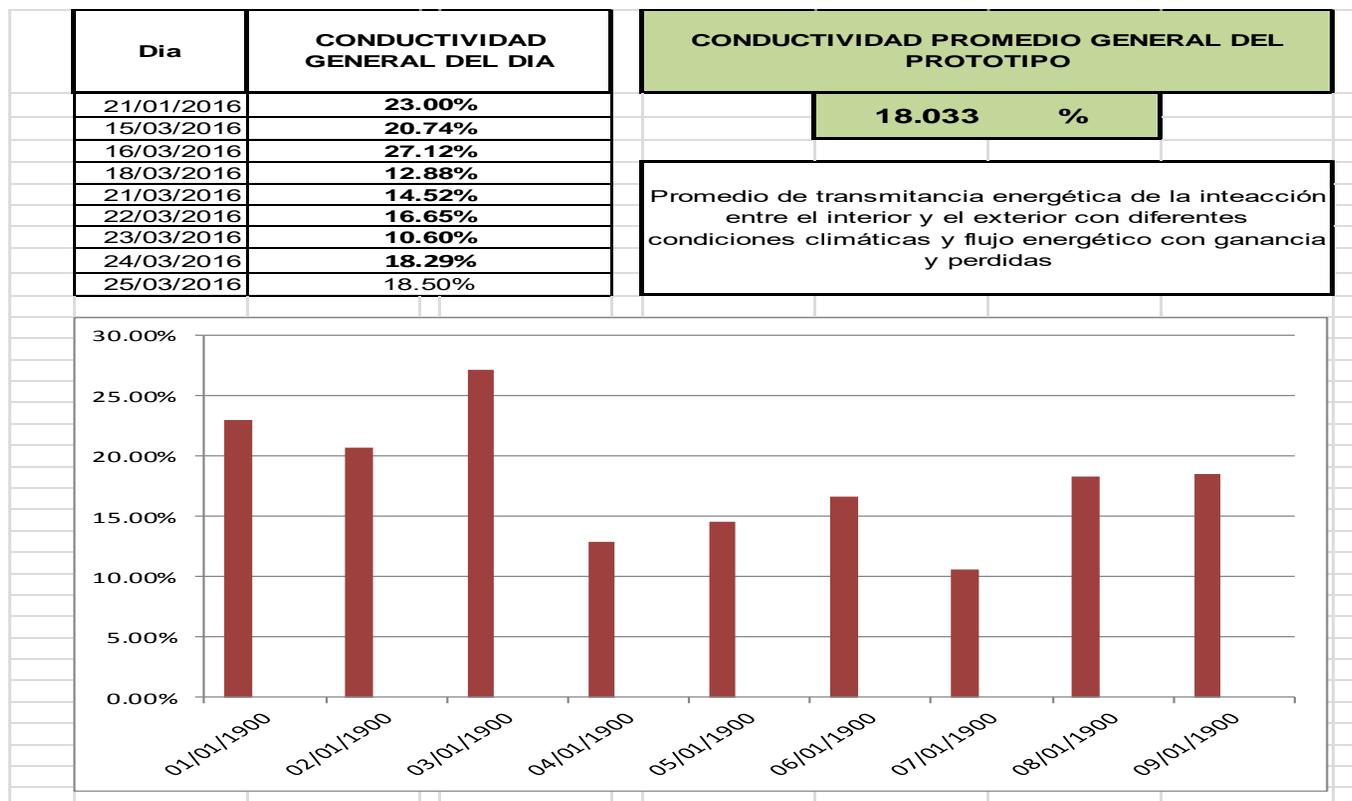
**Tabla 4 Resultados de la prueba térmica del 23 de marzo**



Mientras que el 23 de marzo (ver tabla 4) se tuvo una radiación constante hasta la 1:30 donde se presentó una nubosidad que impidió la irradiación directa, por lo que la temperatura sol aire comienza a descender, sin embargo la temperatura interior a partir de las 2:00 pm comienza a estabilizarse y su flujo energético del exterior al interior se comporta de manera más lenta, por lo que ingresa menor cantidad de energía dadas las condiciones exteriores.

**Resultados generales de la prueba.**

A continuación se muestra el comportamiento de la conductividad térmica durante los días de experimentación: **Tabla 5 Resultados de la prueba térmica del 23 de marzo**



Como podemos observar en la tabla 5, existe una variación en la conductividad de la placa traslucida, esto es debido a la irradiación directa, mientras que en los primeros días esta se encontraba con rangos mayores, en los días posteriores se presentaba en su mayoría una radiación difusa, por lo que la conductividad térmica disminuyó.

Para obtener un coeficiente de conductividad del material cercano a la realidad y sus diversas condiciones climáticas, se calculó el promedio de la conducción general por día, determinando una conductividad aproximada de 0.1803 para el material.

## II.2.6. Diseño pruebas luminicas

Una vez estabilizado el módulo de experimentación se sometió el prefabricado traslucido a mediciones. Se orientó la cara del módulo de experimentación donde se colocará el material con dirección al sur, con el objetivo de someter el producto a los rayos directos del sol. Se utilizarán fotómetros para la medición lumínica marca LI-COR, pudiendo medir directamente en la cara interior del material los luxes para obtener datos de transmisión de luz directa en material traslucido, así como una medición general del interior ya con la luz reflejada o indirecta. En la parte exterior estará colocado otro fotómetro. El experimento se llevó a cabo por una hora de radiación solar directa.

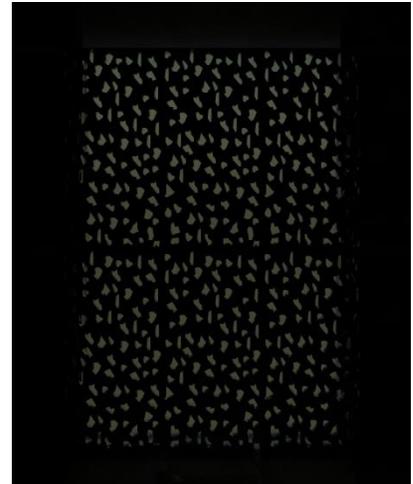


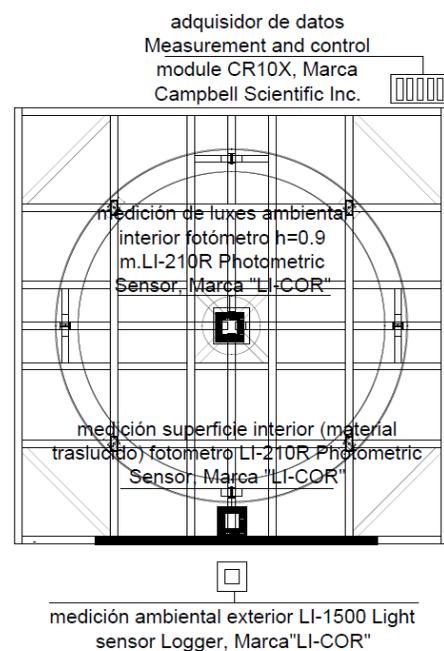
Ilustración 129 Capturada con fines didácticos "PLACA TRANSLUCIDA" Autor Maribel Jaimes T

Objetivos particulares del experimento lumínico:

- a) Medir la cantidad de luz que ingresa al interior del módulo a través de la placa traslucida (luxes). se colocará un fotómetro en los ejes intermedios del interior del módulo a una altura de 0.40m con un intervalo de lectura de datos a cada min.

Ilustración 130 Diseñada con fines didácticos "COLOCACION EN PLANTA DE OTOMETROS PRUEBA LUMINICA " Autor Maribel Jaimes T

### COLOCACIÓN DE FOTÓMETROS PRUEBA LUMÍNICA



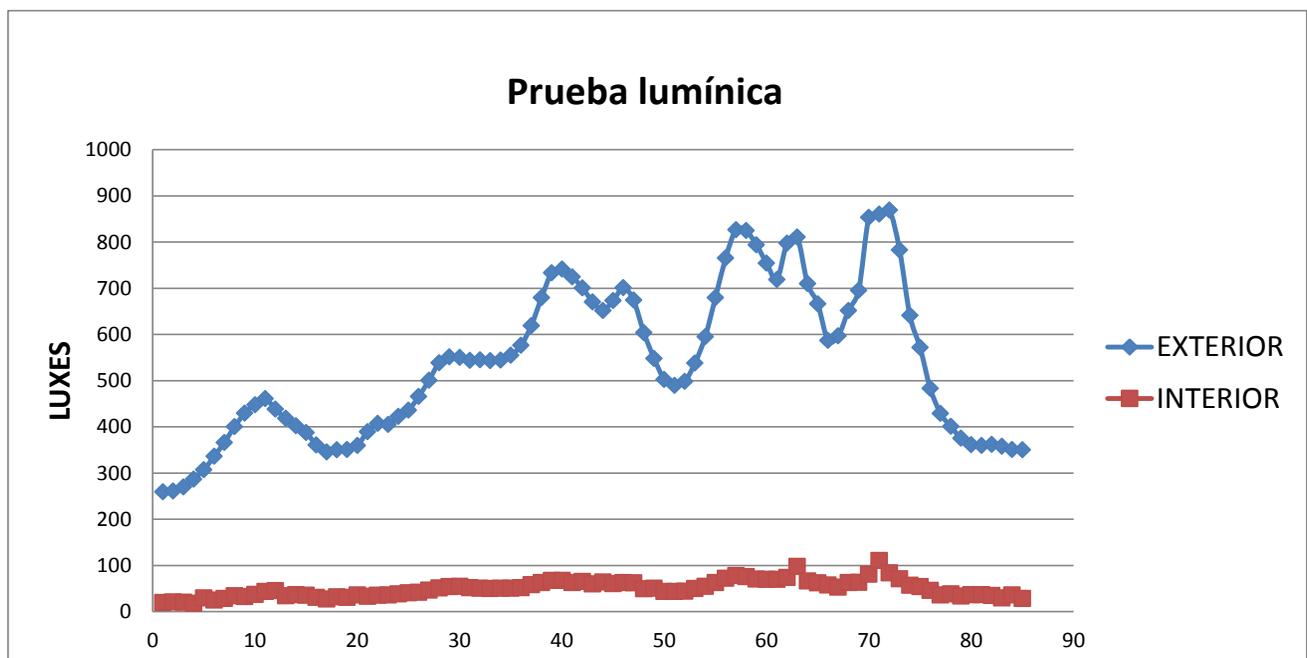
Las mediciones se compararon con los datos obtenidos en la prueba ambiental para determinar de la cantidad de luxes en fachada sur cuantos luxes ingresan al interior del módulo a través del material traslucido.

Para este experimento se utilizaron los siguientes instrumentos:

TABLA 6 EQUIPO PRUEBA LUMINICA

TABLA DE EQUIPO UTILIZADO PARA EL EXPERIMENTO LUMÍNICO				
Meta de Experimento	Equipo utilizado	Fución del equipo	Modelo del equipo	Cantidad
Prueba Lumínica interior	Fotómetro	Tomar medición de los luxes ambientales iterores y de superficie	LI-210R Photometric Sensor, Marca "LI-COR"	2
Prueba lumínica ambiental (incluido en las mediciones de variables climáticas)	Fotómetro	Tomar medición de los luxes ambientales	LI-1500 Light sensor Logger, Marca "LI-COR"	1
Prueba lumínica (incluido en las mediciones de variables climáticas)	Adquisidor de datos (ya se cuenta con el equipo)	Recolecta los datos de los instrumentos a PC	Measurement and control module CR10X, Marca Campbell Scientific Inc.	1

Los datos obtenidos de la prueba lumínica son los siguientes



	LUXES	LUXES	%
HORA	EXTERIOR	INTERIOR	PORCENTAJE
14:18-14:27	336.51	26.56	7.854
14:28 - 14:37	387.47	35.16	9.047
14:38 - 14:47	466.88	43.12	9.183
14:38 - 14:56	608.22	56.08	9.224
14:56 - 15:05	645.31	58.10	8.993
15:06 - 15:15	676.72	62.07	9.155
15:16 - 15:25	708.91	68.79	9.664
15:26 -15:35	577.58	56.67	9.641
<b>PROMEDIO GRAL</b>	<b>550.95</b>	<b>50.82</b>	<b>9.095</b>

Se puede observar que en promedio general la placa de prefabricado translucida permite el ingreso de alrededor 9.095% siendo de cada 100 luxes 9.95 de estos ingresan al interior.

Experimento lumínico Azotea

**Objetivo:**

Determinar coeficientes de transmitancia lumínica de la “placa de concreto translucido” en condiciones naturales reales.

**Método:**

Como primer paso, se identificaron las variables que intervienen en el experimento para su planeamiento y ejecución, encontrando los siguientes puntos:

**Variables del experimento:**

a) Espacio de experimentación. Se utilizó el módulo de experimentación de la prueba térmica. Para este experimento lumínico, se ubicó el módulo en la azotea de posgrado ya que se cuenta con una línea de horizonte limpia a pesar de la orografía del Valle de México. De igual manera, en la azotea de posgrado no existen luminarias artificiales que alteren los datos y resultados del experimento.



Ilustración 131 Capturada con fines didácticos "MODULO TERMICO"



Ilustración 132 Capturada con fines didácticos "MODULO TERMICO"

b) Orientación. La orientación es fundamental para el experimento, ya que esta condiciona las características de iluminación que incide en la fachada. El experimento se realizó del 29 de abril al 12 de mayo del 2016 por lo que se seleccionó la fachada sur, ya que la bóveda celeste para la latitud del edificio de la Unidad de Posgrado, otorga aproximadamente 6 horas de asoleamiento directo y 8 será con irradiación difusa para fachada sur siendo una ventaja con respecto a las otras orientaciones. (ver ilustración 133).

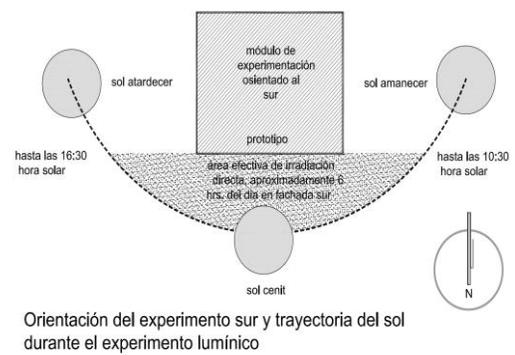


Ilustración 133 Capturada con fines didácticos "ORIENTACIÓN"

**Instrumentos:**

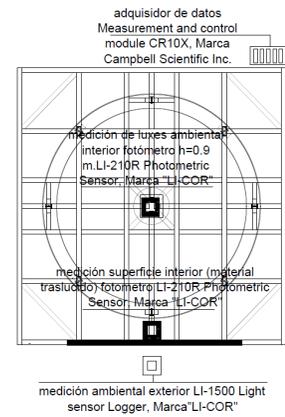
Para este experimento se utilizaron los siguientes instrumentos:

Tabla 7 Equipo experimento lumínico

TABLA DE EQUIPO UTILIZADO PARA EL EXPERIMENTO LUMÍNICO				
Meta de Experimento	Equipo utilizado	Fución del equipo	Modelo del equipo	Cantidad
Prueba Lumínica interior	Fotómetro	Tomar medición de los luxes ambientales interiores y de superficie	LI-210R Photometric Sensor, Marca "LI-COR"	2
Prueba lumínica ambiental (incluido en las mediciones de variables climáticas)	Fotómetro	Tomar medición de los luxes ambientales	LI-1500 Light sensor Logger, Marca "LI-COR"	1
Prueba lumínica (incluido en las mediciones de variables climáticas)	Adquisidor de datos (ya se cuenta con el equipo)	Recolecta los datos de los instrumentos a PC	Measurement and control module CR10X, Marca Campbell Scientific Inc.	1

Se colocó un fotómetro de manera vertical en el Interior Cuidando que este se ubicara en el medio del módulo de experimentación. El segundo fotómetro es colocado en el exterior del módulo igualmente de manera vertical, esto nos permitió estudiar los luxes que inciden en los planos verticales. Ambos instrumentos son conectados al adquisidor de datos el cual fue programado para la toma de lectura con un intervalo de 5 minutos durante el transcurso de todo el día durante dos semanas (del 29 de abril al 12 de mayo), pudiendo estudiar el comportamiento de la transmitancia en diferentes condiciones climáticas (índice de claridad – nubosidad) irradiación directa y global con respecto a la bóveda celeste.

COLOCACIÓN DE FOTÓMETROS PRUEBA LUMÍNICA



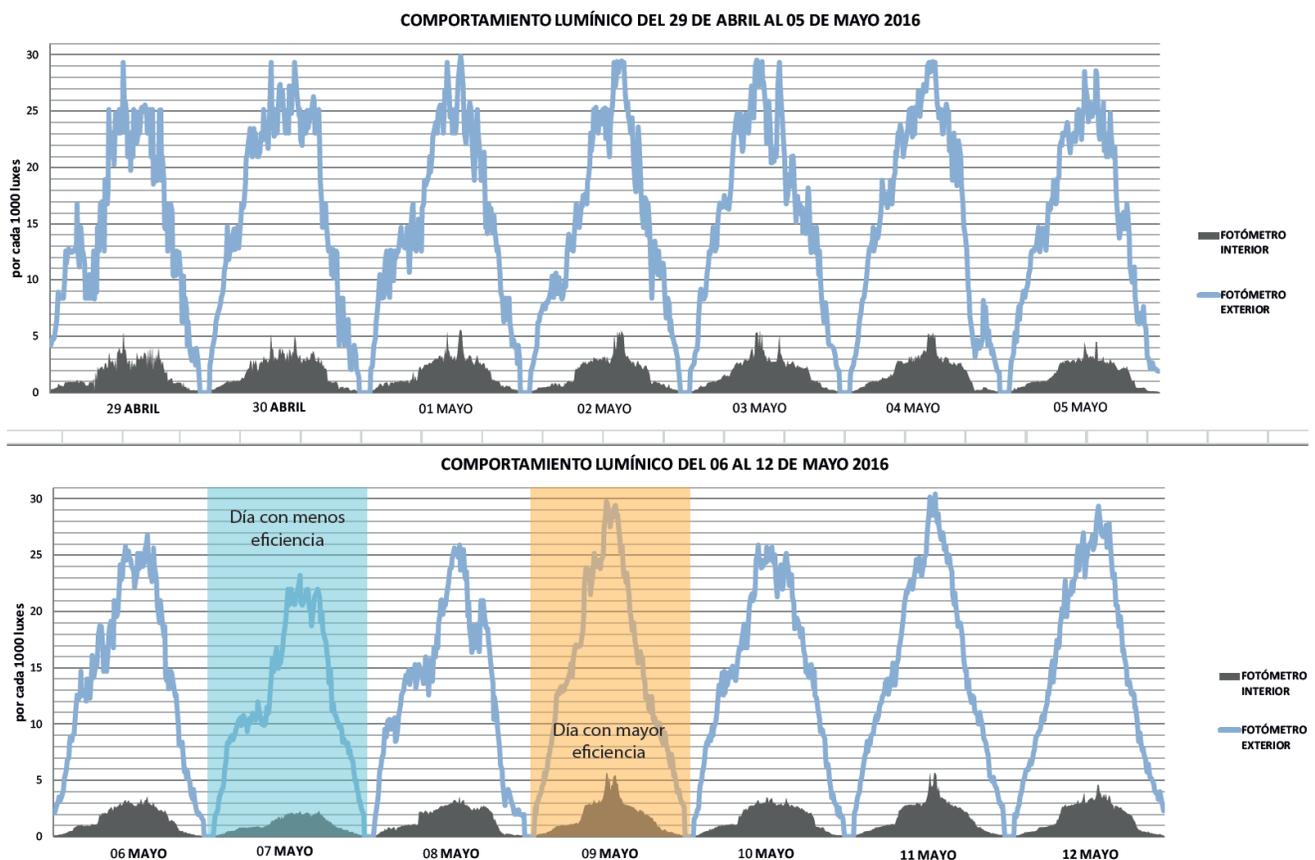
Las condiciones lumínicas naturales están estrechamente ligadas con el tipo de irradiación (global o difusa) a las que es sometida el objeto de estudio, por lo que el coeficiente de transmitancia de la placa traslucida se comportará de diferente manera en cada una de ellas, por lo que se estudió por separado y en conjunto estas dos condiciones, siendo el fotómetro exterior la referencia para determinar la cantidad de luz del ambiente, obteniendo los siguientes resultados.

**Resultados:**

El experimento determinó el comportamiento lumínico de la pieza de concreto traslucido se comporta de la siguiente manera:

La tendencia del fotómetro interior en todo momento se presenta homogénea con respecto a los cambios abruptos en el exterior en el exterior, sin embargo para para adentrarnos al análisis profundo tomaremos de referencia la gráfica general de las 2 semanas de experimentación donde podemos identificar el día 9 de mayo como el más eficiente y el 7 del mismo mes como el menos eficiente, estos días se tomaron como parámetros para el análisis del comportamiento del coeficiente de transmitancia del concreto translucido.

Tabla 8 Resultados

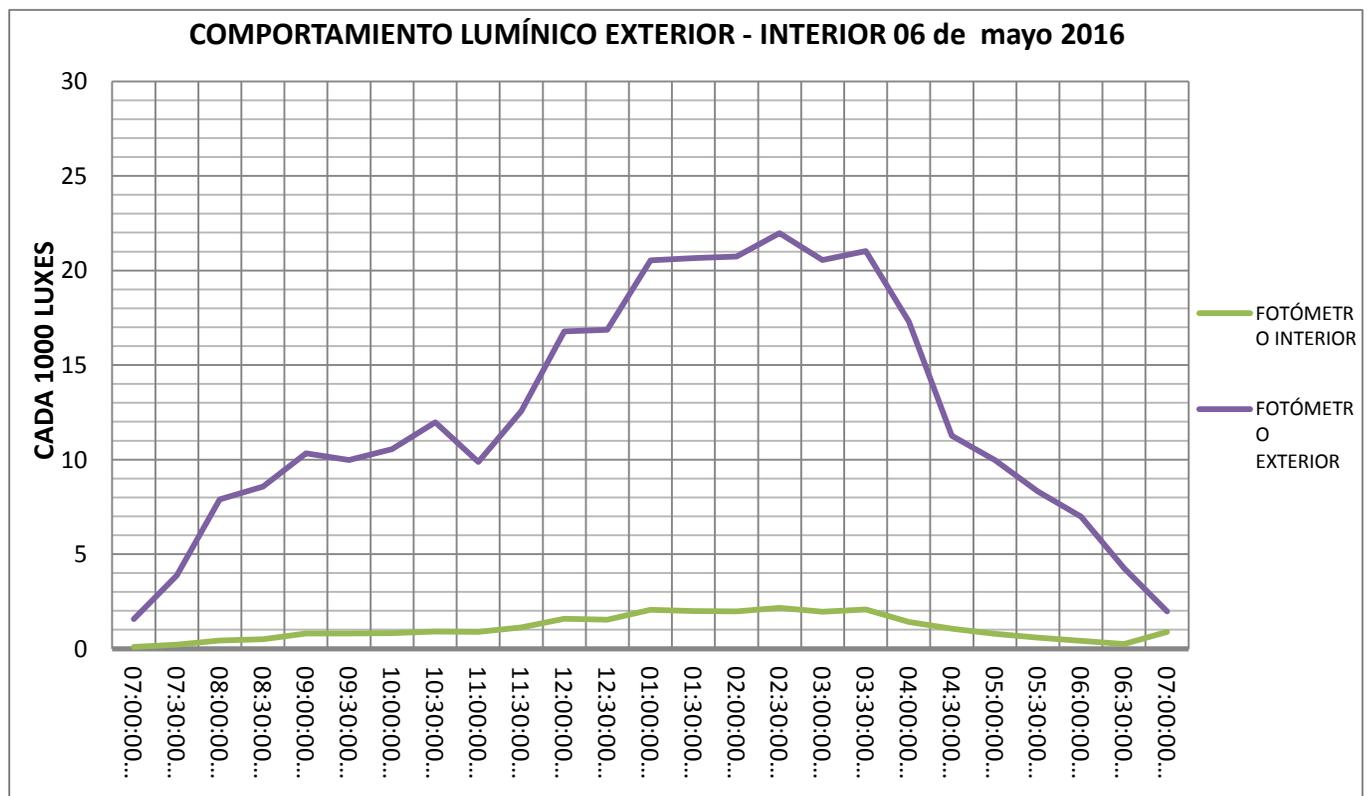


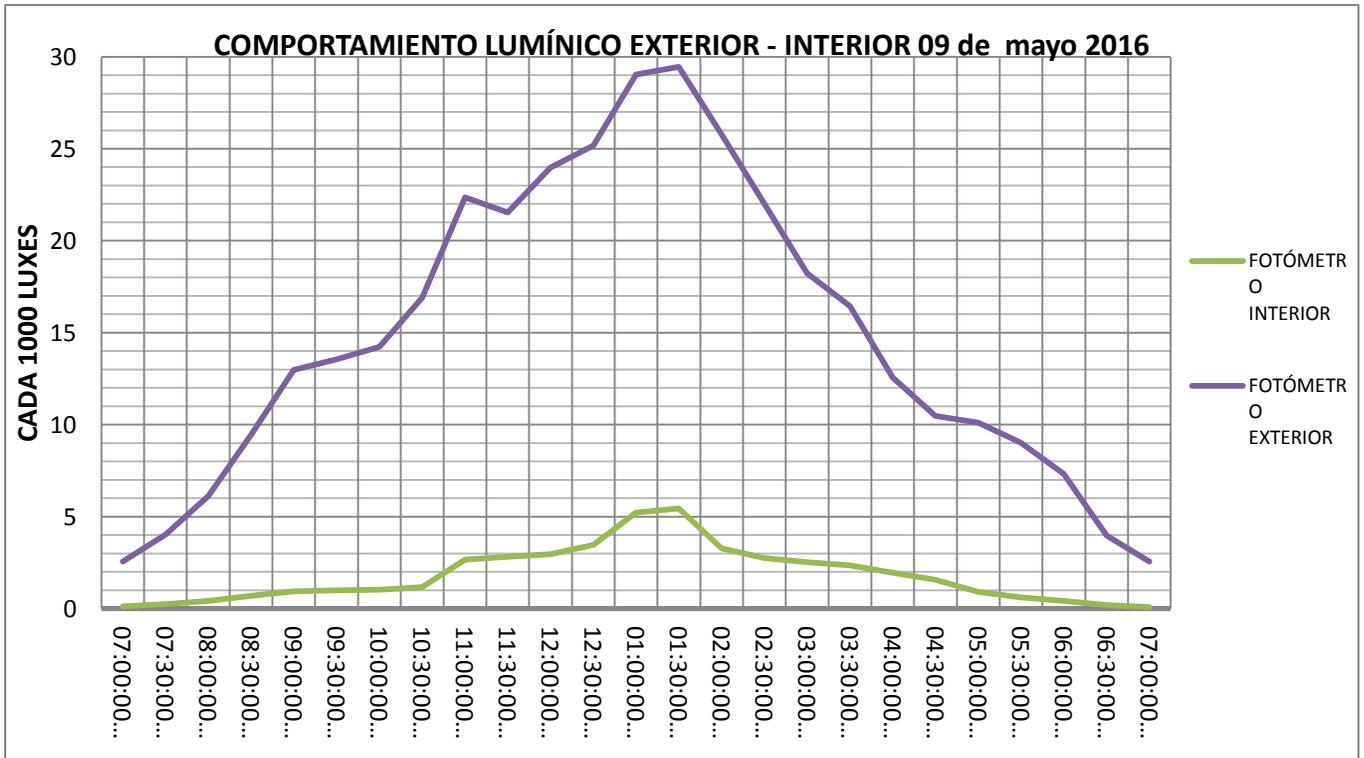
El día 9 de mayo se considera una jornada despejada con poca nubosidad debido a que el fotómetro exterior no presenta niveles altos de iluminación de hasta 29,000 luxes y pocos picos erráticos en el comportamiento de todo el día(ver ilustración 4), esta condición climática del índice de claridad alto y nubosidad intermitente, por lo que una condición climática despejada es en cuanto se presenta una mayor eficiencia principalmente en el horario de 10:30 a 16:30 hrs. donde el fotómetro interior recibió tanto la radiación difusa como la directa teniendo en este periodo de irradiación global un 14.03% de transmitancia energética con un promedio de 3055 luxes en el interior, por otro lado en los horarios de irradiación difusa de 7:00 – 10:30 y de 16:30 a 19:00 hrs. los promedios fueron de 7.11% y 7.87% de transmitancia respectivamente por lo que en estos horarios , la tendencia no marcó mayor diferencia en comparación con los otros días y los sus horarios de irradiación difusa. Este día tuvo un promedio general de 12.04% de coeficiente de transmitancia en toda la jornada.



Ilustración 134 comparación de grafica día nublado día despejado

Por otro lado el día 06 de mayo marcado como el menos eficiente al tener un promedio en la jornada de 8.83% de transmitancia, este día presenta una alta nubosidad en el horario de 10:30- 16:30 por lo que esta impidió que la irradiación directa incidiera de forma óptima en el prototipo, por lo que existe una disminución en la eficiencia del mismo a comparación del día 9 de mayo, teniendo un 7.05% de transmitancia en el horario de difusa de 7:00 a 10:30 hrs, de 10:30 a 16:30 horario de irradiación global se obtuvo un 11.61 % y de 16:30- 19:00 hrs con un 7.58%.





Se realizó el estudio de las 14 jornadas con sus respectivos horarios y condiciones de irradiación con el objetivo debido a que al clasificar las condiciones de irradiación nos permite identificar rangos por separado para cada condición de difusa y global. Obteniendo los siguientes resultados de todas las jornadas.

FECHA	PROMEDIO DIFUSA 7:00 - 10:30 AM		PROMEDIO GLOBAL 10:35 AM - 16:30 PM		PROMEDIO DIFUSA 16:35 - 19:00 PM		PROMEDIO GENERAL DEL DIA DE 7:00 A 19:00 HRS	
	LUXES INTERIOR	LUXES EXTERIOR	LUXES INTERIOR	LUXES EXTERIOR	LUXES INTERIOR	LUXES EXTERIOR	LUXES INTERIOR	LUXES EXTERIOR
29/04/2016	738.85	10048.64	2780.36	21279.00	604.65	8198.39	1695.71	15074.62
RESULTADO	7.35%		13.07%		7.38%		11.25%	
30/04/2016	1076.58	13005.35	3061.08	23662.54	516.65	7202.58	1928.59	16983.10
RESULTADO	8.28%		12.94%		7.17%		11.36%	
01/05/2016	800.72	10740.23	2935.93	22114.08	730.85	9155.55	1831.30	15970.70
RESULTADO	7.46%		13.28%		7.98%		11.47%	
02/05/2016	597.79	8527.91	3014.38	22168.17	668.62	8753.71	1796.23	15255.21
RESULTADO	7.01%		13.60%		7.64%		11.77%	
03/05/2016	945.95	12022.09	3003.61	22445.07	643.52	8505.65	1888.84	16373.97
RESULTADO	7.87%		13.38%		7.57%		11.54%	
04/05/2016	854.07	11673.49	3076.70	23490.28	395.97	4703.87	1844.46	15969.59
RESULTADO	7.32%		13.10%		8.42%		11.55%	
05/05/2016	791.50	10870.70	2738.40	21937.78	472.61	5824.03	1692.26	15321.94
RESULTADO	7.28%		12.48%		8.11%		11.04%	
06/05/2016	672.67	9581.16	2578.17	21070.99	460.39	6273.81	1560.32	14500.12
RESULTADO	7.02%		12.24%		7.34%		10.76%	
07/05/2016	574.26	8144.19	1689.99	14553.24	555.84	7336.45	1116.64	12652.62
RESULTADO	7.05%		11.61%		7.58%		8.83%	
08/05/2016	751.14	10357.67	2587.18	19239.03	403.57	4865.86	1590.92	13611.52
RESULTADO	7.25%		13.45%		8.29%		11.69%	
09/05/2016	729.46	10262.09	3055.14	21768.17	555.13	7051.94	1830.97	15209.79
RESULTADO	7.11%		14.03%		7.87%		12.04%	
10/05/2016	719.95	10082.09	2706.68	21095.92	562.12	6863.55	1659.02	14786.97
RESULTADO	7.14%		12.83%		8.19%		11.22%	
11/05/2016	745.53	9896.05	3062.86	22504.23	547.42	7179.35	1837.87	15488.90
RESULTADO	7.53%		13.61%		7.62%		11.87%	
12/05/2016	641.86	8923.72	2944.00	22580.00	488.14	6551.29	1736.25	15103.38
RESULTADO	7.19%		13.04%		7.45%		11.50%	
<b>PROMEDIO DE TODO EL EXPERIMENTO</b>	7.35%		13.05%		7.76%		11.28%	

Como se puede observar en la tabla general del experimento, en el horario de irradiación difusa de 7:00 – 10:30 se obtiene un promedio de todas las jornadas de 7.35% de transmitancia, mientras que en el segundo horario de difusa de 16:30 a 19:00 se obtiene un 7.76%, por lo que se puede concluir que el prototipo tiene un coeficiente general en condiciones de luz indirecta de 7.55% de transmitancia. Por otro lado en los parámetros de luz global, se obtiene un 13.05% de transmitancia. La irradiación global es la condición que delimita de mayor manera los rangos de eficiencia del prototipo, por lo que esta debe considerarse en la utilización del prototipo con respecto a su orientación. En términos generales, el promedio de transmitancia del prototipo en la suma de las 2 condiciones de difusa y global, se obtiene una eficiencia del 11.28% del paso de luz que incide en la fachada.

Diseño de pruebas lumínicas con luz artificial.

**PRUEBA I**

El desarrollo de las Pruebas se dio en los laboratorios de UAM Xochimilco, el Laboratorio de Investigación Tecnológica (LITEC) con el Mtro. en Arq. Eduardo Paulino Almaraz, dichas pruebas consistieron en colocar 3 tipos diferentes de fuentes de luz y medir la cantidad de luz que pasaba a través de la pieza.

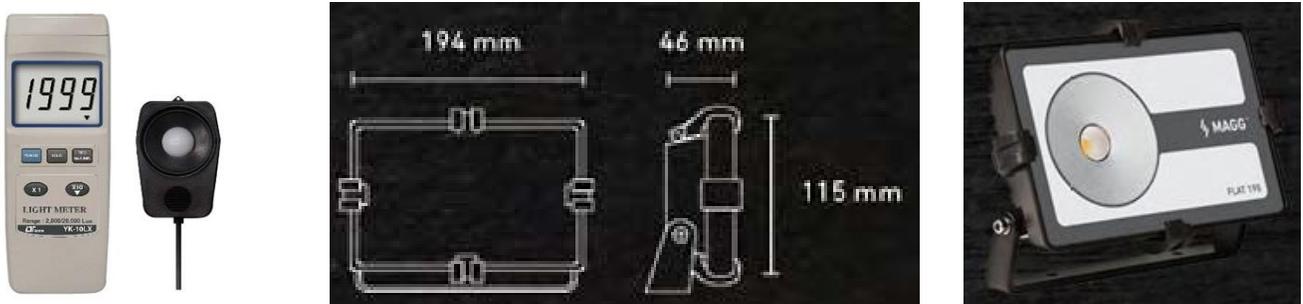


Ilustración 135 Extraídas con fines didácticas "EQUIPOS DE MEDICION" Autor Arq. Eduardo Paulino A.

**Lámpara de luz led, tipo Flat, Mdlo: Reflector serie Flat, Mca: MAGG**

Luminaria con dimensiones de 194mm x 115mm. Consumo de 15w, temperatura de 2700°k, luz blanco cálido, con una óptica de 80° (ángulo de apertura), IP65 para exterior. Emite 740 lumenes de salida en la lámpara y haciendo la medición con el Luxómetro de alta precisión Mca. Lutron, nos da una lectura que nos dice que permite el paso de 32.89 luxes.

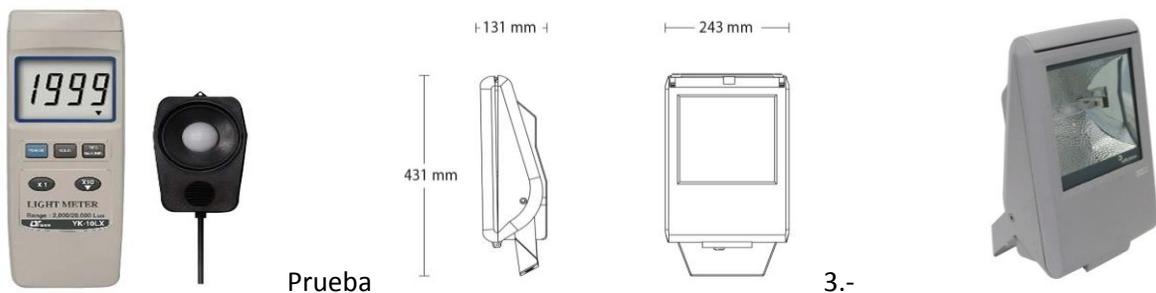


Ilustración 136 Capturadas con fines didácticas " CONCRETO TRANSLUCIDO LUZ ARTIFICIAL" Autor. Maribel Jaimes Torres

**PRUEBA II**

**Lámpara de descarga, aditivo metálico**

Luminaria Mca. Constulita, Mdlo: High Flood , consumo de 70w. Temperatura de luz blanco cálido 3000°k, uso interior-externo IP55, con una óptica de ángulo de apertura 65°grados. Tiene 4,579 lumenes de salida en la lámpara y haciendo la medición con el Luxómetro de alta precisión Mca. Lutron, nos da una lectura que nos dice que permite el paso de 386 luxes.



Prueba

3.-

Ilustración 137 Extraídas con fines didácticas "EQUIPO DE MEDICIÓN" Autor Arq. Eduardo Paulino A.



Ilustración 138 Capturadas con fines didácticas " CONCRETO TRANSLUCIDO LUZ ARTIFICIAL" Autor. Maribel Jaimes Torres

### PRUEBA III

#### Lámpara de descarga, aditivo metálico

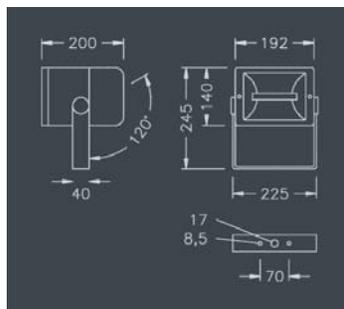


Ilustración 139 Extraídas con fines didácticas "EQUIPO DE MEDICIÓN " Autor Arq. Eduardo Paulino A.

Luminarias Mca: Meyer, Mdlo: Superlight Compact, consumo de 150w. Temperatura de luz 3000°k, blanco cálido, 72 grados de apertura IP65 para exteriores, luminaria especial para fachadas y emite 6781 luxes de salida y haciendo la medición con el Luxómetro de alta precisión Mca. Lutron, nos da una lectura que nos dice que permite el paso de 602 luxes.



Ilustración 140 Capturadas con fines didácticas " CONCRETO TRANSLUCIDO LUZ ARTIFICIAL" Autor. Maribel Jaimes Torres

## II.2.7. Análisis del costo

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA



MTRA. ARQ. MARIBEL JAIMES TORRES

Fecha: 2015/12/09

Proyecto: PREFABRICATED TRANSLUCENT STONE

### ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:	A	Análisis No.:		10	
Análisis:	PTS0001	PZA			
<b>PIEZA TIPO</b>					
<b>BASICOS</b>					
PTS001	FABRICACION DE PLACA CON PASTA ARQUITECTONICA	M2	\$211.43	4.320000	\$913.38
PTS002	ACABADO PULIDO AMBAS CARAS	M2	\$178.14	8.640000	\$1,539.13
PTS003	HABILITADO DE ESTRUCTURA PTR 3"x2"	ML	\$144.87	7.200000	\$1,043.06
PTS004	HABILITADO DE ESTRUCTURA PTR 2"x2"	ML	\$126.00	7.200000	\$907.20
PTS005	HABILITADO PERFIL ACERO "C" 1"x1/2"	ML	\$70.89	12.000000	\$850.68
PTS006	PLACAS SOLDADAS A BASTIDOR DE PTR P/CONECTOR	PZA	\$31.66	8.000000	\$253.28
PTS008	TRANSPORTE DE PRECOLADOS A LA OBRA	M2	\$58.78	4.320000	\$253.93
PTS009	MONTAJE DE PRECOLADOS	PZA	\$822.15	1.000000	\$822.15
PTS010	CONECTOR FIJO EN OBRA	PZA	\$118.79	2.000000	\$237.58
PTS011	CONECTOR MOVIL EN OBRA	PZA	\$153.88	2.000000	\$307.76
PTS012	TERMINADO FINAL DE LA PIEZA	M2	\$37.51	4.320000	\$162.04
PTS013	CALAFATEO	ML	\$91.74	4.800000	\$440.35
PTS014	SELLO HIDROFUGANTE	M2	\$62.08	4.320000	\$268.19
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>BASICOS</b>				<b>\$7,998.73</b>
Costo Directo:					\$7,998.73
INDIRECTOS			25%		\$1,999.68
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$9,998.41</b>

(\* NUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO PESOS 41/100 M.N. \*)

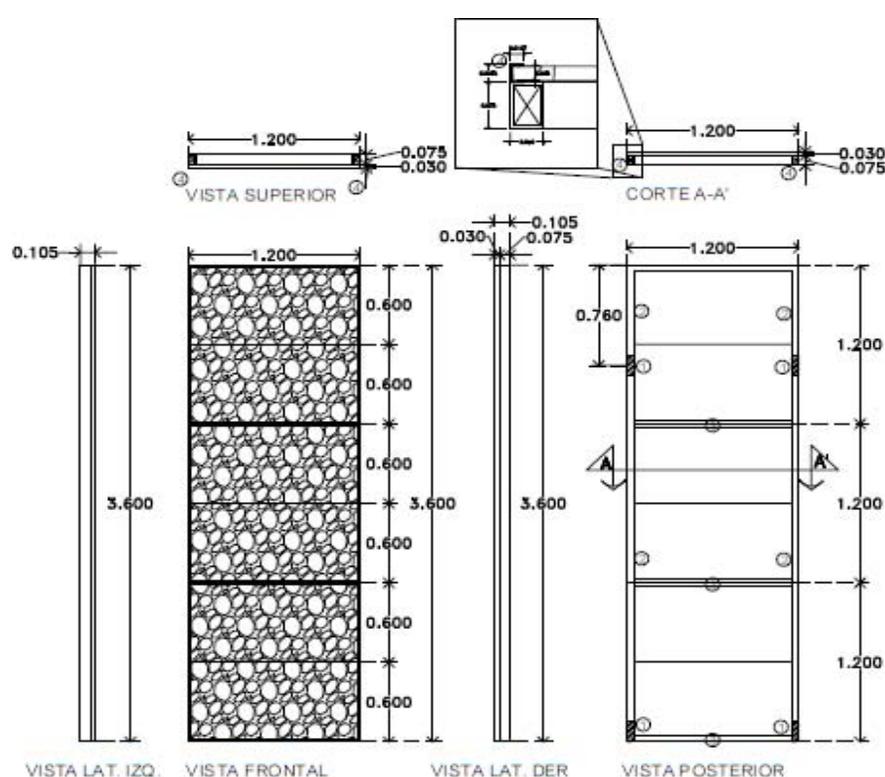
## CONCLUSIONES

Actualmente en el mercado podemos encontrar varias alternativas de materiales que podemos utilizar en las fachadas prefabricadas, cada uno de estos materiales posee características diferentes y tendremos que buscar el mejor material que se adecue a nuestras necesidades, los prefabricados tienen esta ventaja, ya que desde su diseño del elemento y los materiales que intervienen en su fabricación, pueden alterarse para darnos mejores resultados y se adaptarán a nuestras necesidades.

Las principales conclusiones de la investigación se presentan a continuación:

- Tras realizar el desarrollo de los experimentos y la correspondiente comparativa de resultados, se concluye que la hipótesis se cumple en varios aspectos como: se logró la filtración de luz por medio del agregado translucido, el espesor es de .2 cmt y las dimensiones máximas gracias al bastidor metálico serán de 1.20 x 3.60, logrando bajar el peso por m<sup>2</sup>, comparado con un prefabricado tradicional de concreto hidráulico y nos lleva a un menor costo a la hora de transportar los elementos a obra de igual forma en su instalación.

- Los resultados del programa experimental demostraron que el diseño de la proporción de los agregados seleccionados para la fabricación del concreto translucido, contiene mucho hidróxido de calcio, el cual se podrá disminuir en función de la selección de los materiales como: cemento blanco BRA , utilización de filler calizo (cero fino), fibra de vidrio RA (Resistente a los álcalis).
- La dimensión mínimas de concreto translucido será de 0.60 x 1.22 x 0.2 cms, pero de acuerdo al bastidor diseñado para la colocación en obra la dimensión máxima de la pieza será de 1.20 x 3.60 con un bastidor de ptr.
- El diseño del concreto translucido nos dio una resistencia promedio de 170 -200 kg/cm<sup>2</sup>, la cual se podrá mejorar al disminuir el agua en la mezcla, para mejorar el desempeño de la vida útil del concreto.
- Las pruebas luminicas aplicadas a nuestro concreto determinan que tenemos entre un 9 y 11% de luz que logra entrar al interior del espacio.
- En las pruebas termicas el concreto translucido presenta un 018.33% de conductividad térmica.
- El costo por m<sup>2</sup> del concreto translucido es un 15 o 20% más costoso que un concreto tradicional, pero debido al paso de la luz natural, se podrá tener ahorros en consumo de energía al interior de los espacios ya que se aprovecha la luz natural el mayor tiempo posible.
- De acuerdo al análisis en MEB es muy probable que sea un Onix de carbonatos.



## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Extraída con fines didácticos, "CORPORATIVO ANTARA" 02-Enero-2017.....	5
Ilustración 2 extraída con fines didácticos, "EDIFICIO DEL SENADO" 02-Enero-2017, <a href="https://sontusdatos.org/2016/03/">https://sontusdatos.org/2016/03/</a> .....	6
Ilustración 3, Extraída con fines didácticos "BASILICA DE GUADALUPE 1975" 13-8-16 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=basilica+de+guadalupe&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiYjcgwNzRAhUk74MKHeCSA9EABygC#imgrc=D7GglchXilfu9M%3A">https://www.google.com.mx/search?q=basilica+de+guadalupe&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiYjcgwNzRAhUk74MKHeCSA9EABygC#imgrc=D7GglchXilfu9M%3A</a> .....	8
Ilustración 4, Extraída con fines didácticos, "PLAZA MARIANA" 27-4-16 <a href="https://www.google.com.mx/maps/uv?hl=es-419&amp;pb=!1s0x85d1f99c318173b9%3A0xf4ad3747d8a7e224!2m1!2m2!1i80!2i80!3m1!2i20!16m13!1b1!2m2!1m1!1e1!2m2!1m1!1e3!2m2!1m1!1e5!2m2!1m1!1e4!3m1!7e115!4shttp%3A%2F%2Fm.obrasweb.mx%2Fnoticias%2Farquitectura%2F2013%2F12%2F12%2Fplaza-mariana-el-tributo-arquitectonico-de-fernando-romero!5sPLAZA%20MARIANA%20-%20Buscar%20con%20Google&amp;imagekey=!1e3!2s-fe_RLZqmcU8%2FWD385PmSlal%2FAAAAAAAMJM%2FgzOPa1zmA5IYZIYAujp2QIA7ApeSS-gCLIB&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewip6ryd2dzRAhXLz4MKHTvDukQoioleTAO">https://www.google.com.mx/maps/uv?hl=es-419&amp;pb=!1s0x85d1f99c318173b9%3A0xf4ad3747d8a7e224!2m1!2m2!1i80!2i80!3m1!2i20!16m13!1b1!2m2!1m1!1e1!2m2!1m1!1e3!2m2!1m1!1e5!2m2!1m1!1e4!3m1!7e115!4shttp%3A%2F%2Fm.obrasweb.mx%2Fnoticias%2Farquitectura%2F2013%2F12%2F12%2Fplaza-mariana-el-tributo-arquitectonico-de-fernando-romero!5sPLAZA%20MARIANA%20-%20Buscar%20con%20Google&amp;imagekey=!1e3!2s-fe_RLZqmcU8%2FWD385PmSlal%2FAAAAAAAMJM%2FgzOPa1zmA5IYZIYAujp2QIA7ApeSS-gCLIB&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewip6ryd2dzRAhXLz4MKHTvDukQoioleTAO</a> .....	9
Ilustración 5, Extraída con fines didácticos 15-1-17, "HOSPITAL IMAN" años 70.....	10
"sin duda, el aspecto rígido, repetitivo, monótono y .simplista de los edificios prefabricados en el país en los años 70 y 80 reforzó la mala imagen que ya se tenía de la construcción prefabricada, los sistemas constructivos industrializados y prefabricados han evolucionado bastante desde entonces, y en la actualidad las posibilidades de diseño son ilimitadas. De hecho, pueden identificarse tres etapas diferentes en su evolución"(Garrido, 2010)	
Ilustración 6, Extraída con fines didácticos 15-1-17, .....	10
Ilustración 7, Extraída con fines didácticos 15-1-17, .....	10
Ilustración 8, Extraída con fines didácticos, 15-1-17 .....	10
Ilustración 9, Extraída con fines didácticos "PARQUES POLANCO" Concreto reforzado con fibra de vidrio, 16-12-16 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+toreo&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewi996vzydzRAHXK24MKHRCiCkxQ_AUIBygC#q=parques+torreo&amp;tbn=isch&amp;tbs=rimg:CY_1oLqYyGKQOLjiuamedpQWmKdkY4Hdj93mVcxhlm6Tn1BWYlnwv3BfJqSHGFHlVsbxvk5AJSONLEQ85OVariMCoSCaq5r6Z52lBaEZrWLTN4fwKPKhJYp2Rjgd2P3cREBoe_1VjqhagqEgmZvZGEIbp9OREPLKZcDgdNySoScFUFbluf_1cFEWGFv3mZZ4GKHJ8mpIcYWEhWwRYvlfRfK46gqEglvG-TkAll40hEJZT42AKcvSoSCcRDzk5VqulwEzPacoe9oX4F&amp;imgrc=j-gupjYpA42WM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+toreo&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewi996vzydzRAHXK24MKHRCiCkxQ_AUIBygC#q=parques+torreo&amp;tbn=isch&amp;tbs=rimg:CY_1oLqYyGKQOLjiuamedpQWmKdkY4Hdj93mVcxhlm6Tn1BWYlnwv3BfJqSHGFHlVsbxvk5AJSONLEQ85OVariMCoSCaq5r6Z52lBaEZrWLTN4fwKPKhJYp2Rjgd2P3cREBoe_1VjqhagqEgmZvZGEIbp9OREPLKZcDgdNySoScFUFbluf_1cFEWGFv3mZZ4GKHJ8mpIcYWEhWwRYvlfRfK46gqEglvG-TkAll40hEJZT42AKcvSoSCcRDzk5VqulwEzPacoe9oX4F&amp;imgrc=j-gupjYpA42WM%3A</a> .....	11
Ilustración 10, Extraída con fines didácticos, "TORRE MAYOR" .....	12
Ilustración 11, Imagen Extraída con fines didácticos, "CORPORATIVO BAF" .....	14
Ilustración 12, Extraída con fines didácticos, "Puente Rio Tay"4-08-14 .....	15
Ilustración 13, Extraída con fines didácticos, "Casa Nesthaus" 4-8-14.....	15
Ilustración 14, Extraída con fines didácticos "HOTEL EL BLOK "Concreto con fibra de vidrio, 25-6-15 <a href="http://www.elblok.com/">http://www.elblok.com/</a> .....	19
Ilustración 15, Extraída con fines didácticos, "HOTEL SAN REGIS", 22-11-16 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=hotel+regis+1927&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiwhMPqI9XRAHUL1oMKHT EzDuAQ_AUIBigB#tbn=isch&amp;q=hotel+regis+1927+en+mexico&amp;imgrc=nsHwneamv5o2YM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=hotel+regis+1927&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiwhMPqI9XRAHUL1oMKHT EzDuAQ_AUIBigB#tbn=isch&amp;q=hotel+regis+1927+en+mexico&amp;imgrc=nsHwneamv5o2YM%3A</a> .....	21
Ilustración 16, Extraída con fines didácticos "TORRE ALTUS" 22-1-17 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=torre+altus&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewilocqGp9XRAHVo0oMKHSmLDgcQ_AUIBygC#imgrc=B7bNTYhIzuUivM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=torre+altus&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewilocqGp9XRAHVo0oMKHSmLDgcQ_AUIBygC#imgrc=B7bNTYhIzuUivM%3A</a> .....	22
Ilustración 17, Extraída con fines didácticos "REFORMA 222" 16-1-17 <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Reforma_222/">http://es.wikipedia.org/wiki/Reforma_222/</a> .....	22
Ilustración 18, Extraída con fines didácticos "TORRE EDMONDS" 22-1-17 .....	22
Ilustración 19, Extraída con fines didácticos "TEC DE MONTERREY CAMPUS SANTA FE" 22-1-17 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=tec+de+monterrey+campus+santa+fe&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjVuMWooNXRAHxN44MKHVy5Ao4Q_AUIBygC&amp;dpr=1#imgrc=1x5EaLty1Yj8JM%3">https://www.google.com.mx/search?q=tec+de+monterrey+campus+santa+fe&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjVuMWooNXRAHxN44MKHVy5Ao4Q_AUIBygC&amp;dpr=1#imgrc=1x5EaLty1Yj8JM%3</a> .....	22
Ilustración 20, Extraída con fines didácticos "CORPORATIVO ANTARA" 1-OCT-16 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+antara&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjy-aWit9XRAHxpzIMKHfbsA_AQ_AUIBygC#imgrc=ziLTNzIkskCccM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=corporativo+antara&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjy-aWit9XRAHxpzIMKHfbsA_AQ_AUIBygC#imgrc=ziLTNzIkskCccM%3A</a> .....	22
Ilustración 21, Extraída con fines didácticos, "UNIVERSIDAD WESTH HILL"15-6-15 <a href="http://www.gruporioboo.com/westhill2.jpg">http://www.gruporioboo.com/westhill2.jpg</a> .....	24
Ilustración 22, Extraída con fines didácticos "PALACIO DE JUSTICIA DE TOLUCA"26-4-14 <a href="http://www.fapresa.com.mx/todas.ht">http://www.fapresa.com.mx/todas.ht</a> .....	24
Ilustración 23, Extraída con fines didácticos "CORPORATIVO ALTABRISA"1-10-16 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=liverpool+altabrisa&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewjrdHKttXRAHwJhIQKHf7wCXUQ_AUICgD#imgrc=JXv8K8tjp-G00M%3A">https://www.google.com.mx/search?q=liverpool+altabrisa&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbn=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewjrdHKttXRAHwJhIQKHf7wCXUQ_AUICgD#imgrc=JXv8K8tjp-G00M%3A</a> .....	25
Ilustración 24, Extraída con fines didácticos, "RESIDENCIAL DEL BOSQUE" 1-10-16 <a href="http://www.fapresa.com.mx/todas.html">http://www.fapresa.com.mx/todas.html</a> .....	25
Ilustración 25, Extraída con fines didácticos, "TORRE MAYOR" 1-10-15 <a href="http://www.fapresa.com.mx/todas.html">http://www.fapresa.com.mx/todas.html</a> .....	25
Ilustración 26, Extraída con fines didácticos "TEC DE MONTERREY CAMPUS PUEBLA", 10-09-14 <a href="http://www.preteca.com/">http://www.preteca.com/</a> .....	26
Ilustración 27, Extraída con fines didácticos "EMBAJADA DE FRANCIA EN MÉXICO" 10-09-14 <a href="http://www.preteca.com/">http://www.preteca.com/</a> .....	26
Ilustración 28, Extraída con fines didácticos "BIBLIOTECA SALT LAKE CITY"10-09-14 <a href="http://www.preteca.com/">http://www.preteca.com/</a> Imagen extraída con fines didácticos 10-09-2014.....	26
Ilustración 29, Extraída con fines didácticos "CENTRO COMERCIAL PLAZA MOLIERE"10-09-14, <a href="http://www.flickrriver.com/photos/tags/plazamoliere/interesting">http://www.flickrriver.com/photos/tags/plazamoliere/interesting</a> .....	26
Ilustración 30, Extraída con fines didácticos "CORPORATIVO LIVERPOOL" <a href="http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrals/docs/nucleos_integrales_web.pdf">http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrals/docs/nucleos_integrales_web.pdf</a> .....	27
Ilustración 31, Extraída con fines didácticos " TEC DE MONTERREY" <a href="http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrals/docs/nucleos_integrales_web.pdf">http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrals/docs/nucleos_integrales_web.pdf</a> .....	27
Ilustración 32, Extraída con fines didácticos "POSGRADO DE ECONOMIA"23-06-14 <a href="https://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Flegorretalegorreta.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2011%2F03%2F4.-UNAM-500x420.jpg&amp;imgrefurl=http%3A%2F%2Flegorretalegorreta.com%2Fbiblioteca-de-la-facultad-de-economia-de-la-unam%2F&amp;docid=uLYVq8u-SOagM&amp;tbnid=5U1kbCf5HFm7gM%3A&amp;vet=1&amp;w=500&amp;h=420&amp;bih=599&amp;biw=1366&amp;q=POSGRADO%20DE%20ECONOMIA&amp;ved=0ahUKewi4pMlf3N3RAhWEMGMKHBk6Dm8QMwgpKA4wDg&amp;iact=mr&amp;uact=8#h=420&amp;imgdii=5U1kbCf5HFm7gM%3A&amp;3B5U1kbCf5HFm7gM%3A&amp;3BnihnG2MExqRdkM%3A&amp;vet=1&amp;w=500">https://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Flegorretalegorreta.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2011%2F03%2F4.-UNAM-500x420.jpg&amp;imgrefurl=http%3A%2F%2Flegorretalegorreta.com%2Fbiblioteca-de-la-facultad-de-economia-de-la-unam%2F&amp;docid=uLYVq8u-SOagM&amp;tbnid=5U1kbCf5HFm7gM%3A&amp;vet=1&amp;w=500&amp;h=420&amp;bih=599&amp;biw=1366&amp;q=POSGRADO%20DE%20ECONOMIA&amp;ved=0ahUKewi4pMlf3N3RAhWEMGMKHBk6Dm8QMwgpKA4wDg&amp;iact=mr&amp;uact=8#h=420&amp;imgdii=5U1kbCf5HFm7gM%3A&amp;3B5U1kbCf5HFm7gM%3A&amp;3BnihnG2MExqRdkM%3A&amp;vet=1&amp;w=500</a> .....	27
Ilustración 33, Extraída con fines didácticos "REFORMA 222" 23-06-15 <a href="http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrals/docs/nucleos_integrales_web.pdf">http://www.arsmagica.com.mx/demos/nucleosintegrals/docs/nucleos_integrales_web.pdf</a> .....	27
Ilustración 34, Extraída con fines académicos "CENTRO DE CONGRESOS" .....	28
Ilustración 35, Extraída con fines didácticos, "FACULTAD DE ARQUITECTURA" Coahuila .....	28
Ilustración 36, obtenidas con fines didácticos "MOLDES DE ACERO" 26-agosto-14, Foto Maribel Jaimes T. ....	29
Ilustración 37, obtenida con fines didácticos "LINEAS DE PRODUCCIÓN"26-agosto-14, Foto Maribel Jaimes T. ....	29
Ilustración 38, capturada con fines didácticos, "COLOCACIÓN ARMADO EN MOLDE" 26-agosto-16, foto Maribel Jaimes T. ....	29
Ilustración 39, capturada con fines didácticos "ESTIBA Y ACABADO EN PLANTA" 26-agosto-14, foto Maribel Jaimes T. ....	29
Ilustración 40, capturada con fines didácticos " ESTIBA PARA TRANSPORTE" 26-agosto-14 foto Maribel Jaimes Torres .....	29
Ilustración 41, capturada con fines didácticos "TRANSPORTE" 26-AGOSTO-14 foto Maribel Jaimes Torres .....	29
Ilustración 42, Extraída con fines didácticos "MUROS PANTALLA FOTOABSORBENTES, ANTI-RUIDO"AGOSTO 2014 .....	30

Ilustración 43 Extraída con fines didácticos " PANTALLAS ANTI-RUIDO MODULARES/ JARDINABLES" Agost. 14 <a href="http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=122&amp;Itemid=43&amp;lang=es">http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=122&amp;Itemid=43&amp;lang=es</a> .....	30
Ilustración 44 Extraída con fines didácticos " PANTALLAS ANTI-RUIDO MODULARES/ JARDINABLES" Agost. 14 <a href="http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=122&amp;Itemid=43&amp;lang=es">http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=122&amp;Itemid=43&amp;lang=es</a> .....	30
Ilustración 45, Extraída con fines didácticos "HOTEL IBEROSTAR CAMPO GIBRALTAR" 22-I-16 <a href="http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/hoteles-en-prefabricados-de-hormigon/123-hotel-iberostar-campo-de-gibraltar.html">http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/hoteles-en-prefabricados-de-hormigon/123-hotel-iberostar-campo-de-gibraltar.html</a> .....	31
Ilustración 46, Extraída con fines académicos "102 VIVIENDAS EN ALCORCON" 22-I-16 <a href="http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/edificios-de-viviendas-en-altura-en-prefabricados-de-hormigon/132-102-viviendas-en-alcorcon.html">http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/edificios-de-viviendas-en-altura-en-prefabricados-de-hormigon/132-102-viviendas-en-alcorcon.html</a> .....	31
Ilustración 47 Extraída con fines académicos "CENTRO DE SALUD PORTUGALETE BILBAO" 22-I-16 <a href="http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/hospitales-clinicas-centros-de-salud-en-prefabricados-de-hormigon/174-centro-portugalete-bilbao.html">http://www.prehorquisa.com/hormigon/hormigon-arquitectonico/hospitales-clinicas-centros-de-salud-en-prefabricados-de-hormigon/174-centro-portugalete-bilbao.html</a> .....	31
Ilustración 48, Extraída con fines didácticos "VIVIENDA RESIDENCIAL AL RAMBLA" Madrid, España, 11-08-14 <a href="http://www.indagsa.com">www.indagsa.com</a> .....	32
Ilustración 49, Extraída con fines didácticos, EDIFICIO DE OFICINAS GRUPO ORTIZ, Vallecas España, 11-08-14 <a href="http://www.indagsa.com">www.indagsa.com</a> .....	32
Ilustración 50 Extraída con fines didácticos "RESIDENCIAL ALEXANDRA "Barcelona 11-08-14 <a href="http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/">http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/</a> .....	33
Ilustración 51 Extraída con fines didácticos "VIVIENDAS EN MARITURRI VITORIA"11-08-14 <a href="http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/">http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/</a> .....	33
Ilustración 52 Extraída con fines didácticos "VIVIENDAS EN SAN CHINARRO, Madrid" 11-08-14 <a href="http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/">http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/</a> .....	33
Ilustración 53 Extraída con fines didácticos "VIVIENDAS EN ARROYO DE LA VEGA, Madrid" 08-11-14 <a href="http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/">http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/</a> .....	33
Ilustración 54 Extraída con fines didácticos "COMPLEJO ANEA-PLACE"11-8-14 <a href="http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/">http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/</a> .....	33
Ilustración 55 Extraída con fines didácticos "INTERMODAL TANGER, Marruecos" 11-08-14 <a href="http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/">http://www.preinco.com/index.php/principales-obras/viviendas-altura-residencial/</a> Ilustración .....	33
Ilustración 56 Extraída con fines didácticos "MUSEO ANAHUACALLI , Ventanas de Onix" 26-03-15 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=museo+anahuacalli&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewj0pvTXx-bRAhVJ5oMKHawsBy4Q_AUIBygC&amp;dpr=1#q=museo+anahuacalli&amp;tbm=isch&amp;tbs=rimg:CQQfqaSyfKwJg0HSsRVPTfMzAQdEDJKfi6xT0l0lAp5VD8a4FORRU F1oAbd--_19wYxCO9G00hdtNuxOYU9fP6WCyosCTQdKxU9N8zEW53drezlFhpKhIJMB0QMkp-LoRqlcNez-GN3YqEgnFPQiggCnIUBG6xS-CkYgXSoSCfxrgXRRFQXWEX6YK5dkaKnwKhIJgBt377_13DLERrdYAmg4LQWcqEgkLT0bTSF202xGnx0_1ejqceoCoSCbE5hT18_1pYLEbPYHcNYfKI&amp;imgrc=B-B-p5LJ8rDMgM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=museo+anahuacalli&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewj0pvTXx-bRAhVJ5oMKHawsBy4Q_AUIBygC&amp;dpr=1#q=museo+anahuacalli&amp;tbm=isch&amp;tbs=rimg:CQQfqaSyfKwJg0HSsRVPTfMzAQdEDJKfi6xT0l0lAp5VD8a4FORRU F1oAbd--_19wYxCO9G00hdtNuxOYU9fP6WCyosCTQdKxU9N8zEW53drezlFhpKhIJMB0QMkp-LoRqlcNez-GN3YqEgnFPQiggCnIUBG6xS-CkYgXSoSCfxrgXRRFQXWEX6YK5dkaKnwKhIJgBt377_13DLERrdYAmg4LQWcqEgkLT0bTSF202xGnx0_1ejqceoCoSCbE5hT18_1pYLEbPYHcNYfKI&amp;imgrc=B-B-p5LJ8rDMgM%3A</a> .....	34
Ilustración 58 Extraída con fines didácticos, "CONCRETO TRANSLUCIDO ILUM" 22-1-17 <a href="http://diegomallof.blogspot.mx/2012/06/hormigon-translucido-parte-2.html">http://diegomallof.blogspot.mx/2012/06/hormigon-translucido-parte-2.html</a> .....	35
Ilustración 59 Extraída con fines didácticos "LITRACON" .....	36
Ilustración 60 Extraída con fines didácticos "IBERVILLE VETERANS MEMORIAL 2008" 11-08-14 Imagen extraída con fines didáctico/ <a href="http://www.litracon.hu/prod">http://www.litracon.hu/prod</a> .....	36
Ilustración 61 Extraída con fines didácticos "TIENDA SFC" Concreto translucido 16-06-2015 <a href="http://www.archiproducts.com/es/productos/71584/revestimiento-de-pared-de-concreto-translucido-luccon-materialinnovativi.html">http://www.archiproducts.com/es/productos/71584/revestimiento-de-pared-de-concreto-translucido-luccon-materialinnovativi.html</a> <a href="http://www.luccon.com/es/implementation.php">http://www.luccon.com/es/implementation.php</a> 11-08-14 .....	37
Ilustración 62 Extraída con fines didácticos, " PABELLON ITALIANO EXPO SHANGAI"11-08-14 <a href="http://www.italcementigroup.com/ENG/Research+and+Innovation/Innovative+Products/i.light/11-08.14">http://www.italcementigroup.com/ENG/Research+and+Innovation/Innovative+Products/i.light/11-08.14</a> .....	38
Ilustración 63 Extraída con fines didácticos " PABELLON ITALIANO EXPO SHANGAI"11-08-14 <a href="http://www.italcementigroup.com/ENG/Research+and+Innovation/Innovative+Products/i.light/11-08.14">http://www.italcementigroup.com/ENG/Research+and+Innovation/Innovative+Products/i.light/11-08.14</a> .....	38
Ilustración 64 Autor Maribel Jaimes T. "EMPRESAS QUE FABRICAN FACHADAS" 25-8-14 .....	39
Ilustración 65 Extraída con fines didácticos "SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL" 11-08-14 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&amp;q=edificios+con+tabiques&amp;imgrc=elgF-6aopU9_IM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&amp;q=edificios+con+tabiques&amp;imgrc=elgF-6aopU9_IM%3A</a> .....	40
Ilustración 66 Extraída con fines didácticos" FACHADAS MIXTAS" 11-08-14 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&amp;q=ESTRUCTURADE+CONCRETO+PARA+RECIBIR++PREFABRICADAS&amp;imgrc=zxuNarTOA6zOEM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&amp;q=ESTRUCTURADE+CONCRETO+PARA+RECIBIR++PREFABRICADAS&amp;imgrc=zxuNarTOA6zOEM%3A</a> .....	40
Ilustración 67 Extraída con fines didácticos "FACHADAS PREFABRICADAS MONTAJE" Napresa, 11-08-14 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&amp;q=montaje+de+fachadas+fapresa&amp;imgdii=kpZ5BH21fSzhym%3A%3BkPZ5BH21fSzhym%3A%3BIOuInFo9kex2DM%3A&amp;imgrc=kpZ5BH21fSzhym%3A">https://www.google.com.mx/search?q=fachadas+mixtas&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiQsqmXjd_RAhXK7YMKHZvfAKsQ_AUIBigB#tbm=isch&amp;q=montaje+de+fachadas+fapresa&amp;imgdii=kpZ5BH21fSzhym%3A%3BkPZ5BH21fSzhym%3A%3BIOuInFo9kex2DM%3A&amp;imgrc=kpZ5BH21fSzhym%3A</a> .....	40
Ilustración 68 Extraída con fines didácticos "MUSEO DEL BARROCO" FACHADAS ESTRUCTURALES 11-01-17 <a href="https://www.google.com.mx/url?sa=i&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=images&amp;cd=&amp;ved=0ahUKewisgdSgquDRAhWqzIMKHQFIB_cQjRwlBw&amp;url=https%3A%2F%2Fsbibaris.com.mx%2Fblog%2Ffun-moderno-museo-internacional-del-barroco-en-puebla&amp;bvm=bv.145063293,d.cGc&amp;psig=AFQjCNEZOaiWyO0ulBOSi6OoU7tT-zvOJw&amp;ust=1485536667618666">https://www.google.com.mx/url?sa=i&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=images&amp;cd=&amp;ved=0ahUKewisgdSgquDRAhWqzIMKHQFIB_cQjRwlBw&amp;url=https%3A%2F%2Fsbibaris.com.mx%2Fblog%2Ffun-moderno-museo-internacional-del-barroco-en-puebla&amp;bvm=bv.145063293,d.cGc&amp;psig=AFQjCNEZOaiWyO0ulBOSi6OoU7tT-zvOJw&amp;ust=1485536667618666</a> .....	42
Ilustración 69 Extraída con fines didácticos "LIVERPOOL ALTABRISA" Villa Hermosa, Tabasco 15-1-17 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=LIVERPOOL+ALTABRISA&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiX1s76quDRAhVO12MKHdLWCbwQ_AUICCGD#imgrc=b-82Pe3MykL_XM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=LIVERPOOL+ALTABRISA&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewiX1s76quDRAhVO12MKHdLWCbwQ_AUICCGD#imgrc=b-82Pe3MykL_XM%3A</a> .....	42
Ilustración 70 Extraída con fines didácticos "RESIDENCIAL TOLEDO" .....	43
Ilustración 71 Extraída con fines didácticos "ANTARA POLANCO" 25-04-15 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjxkfiQnt_RAHWI3oMKHcErBIEQ_AUIBygC#imgrc=cNXHr4EKinu9CM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjxkfiQnt_RAHWI3oMKHcErBIEQ_AUIBygC#imgrc=cNXHr4EKinu9CM%3A</a> .....	44
Ilustración 72, Extraída con fines didácticos " UAEM EDIFICIO DE GOBIERNO" 18-04-14 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjxkfiQnt_RAHWI3oMKHcErBIEQ_AUIBygC#tbm=isch&amp;q=AGUSTIN+HERNANDEZ+UAEM+&amp;imgdii=qpMY46cV2BnMfM%3A%3BqPMY46cV2BnMfM%3A%3B0hb2fu9acDpSCM%3A&amp;imgrc=qpMY46cV2BnMfM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=antara+polanco&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=0ahUKewjxkfiQnt_RAHWI3oMKHcErBIEQ_AUIBygC#tbm=isch&amp;q=AGUSTIN+HERNANDEZ+UAEM+&amp;imgdii=qpMY46cV2BnMfM%3A%3BqPMY46cV2BnMfM%3A%3B0hb2fu9acDpSCM%3A&amp;imgrc=qpMY46cV2BnMfM%3A</a> .....	45
Ilustración 73 Extraída con fines didácticos "CONCRETO" .....	46
Ilustración 74 Extraída con fines didácticos .....	46
Ilustración 75 Extraída con fines didácticos "CIUDAD JUDICIAL DE ZAPOPAN"21-11-16 <a href="https://www.google.com.mx/search?q=ciudad+judicial+de+zapopan&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewifialv49_RAhXn5YMKHfUmAeOQ_AUICCGD#q=ciudad+judicial+de+zapopan&amp;tbm=isch&amp;tbs=rimg:CcKelOZSO2SjlljgBat5AFABEDXR54COvHOBn5rP3m7jaf6YEd6Ga6xRFgvWEot2jDDQ4VrdtHRS0xueEL3DYhyefSoSCrC3kAUAEQNEblzKEeZf7KnKhJdHngl68c5s0Ry7dCXN1zB18qEgnmuneb7uNp_1hEwEvjAviOf1CoSCZgR3oZrrFEUEabTIURBSPDXkhJJa9YQ63aMMNAR-_1p3neMdsDgqEgnhWt20dFLTgYGF3C8eRjBTCoSCZ4QvcNiHJ59EWHwE4B1zk-Q&amp;imgdii=6eMgdCY-dhqYsM%3A%3B6eMgdCYdhqYsM%3A%3B248o64ekn4TqRM%3A&amp;imgrc=6eMgdCY-dhqYsM%3A">https://www.google.com.mx/search?q=ciudad+judicial+de+zapopan&amp;biw=1366&amp;bih=599&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewifialv49_RAhXn5YMKHfUmAeOQ_AUICCGD#q=ciudad+judicial+de+zapopan&amp;tbm=isch&amp;tbs=rimg:CcKelOZSO2SjlljgBat5AFABEDXR54COvHOBn5rP3m7jaf6YEd6Ga6xRFgvWEot2jDDQ4VrdtHRS0xueEL3DYhyefSoSCrC3kAUAEQNEblzKEeZf7KnKhJdHngl68c5s0Ry7dCXN1zB18qEgnmuneb7uNp_1hEwEvjAviOf1CoSCZgR3oZrrFEUEabTIURBSPDXkhJJa9YQ63aMMNAR-_1p3neMdsDgqEgnhWt20dFLTgYGF3C8eRjBTCoSCZ4QvcNiHJ59EWHwE4B1zk-Q&amp;imgdii=6eMgdCY-dhqYsM%3A%3B6eMgdCYdhqYsM%3A%3B248o64ekn4TqRM%3A&amp;imgrc=6eMgdCY-dhqYsM%3A</a> .....	46
Ilustración 76 Extraídas o capturadas con fines didácticos " PROCESO DE PRODUCCION" 18-04-14.....	48

Ilustración 77 Extraídas o capturadas con fines didácticos " TIPOS DE MOLD" 26-07-14 Aut. Maribel Jaimes T, www.fapresa.com.mx.....	49
Ilustración 78 Extraídas o capturadas con fines académicos " FABRICACIÓN" 14-03-14 Autor Maribel Jaimes Torres .....	49
Ilustración 79 Extraída con fines didácticos "ACABADOS" 14-4-15 www.fapresa.com.mx .....	50
Ilustración 80 Extraída con fines didácticos "TRANSPORTE" camión, plataforma, plataforma con rack, doble plataforma, 18-07-14 .....	50
Ilustración 81 Extraída con fines didácticos MONTAJE CON GRUAS" Tec de Monterrey, Parque Delta, Museo del Barroco https://www.google.com.mx/search?q=museo+del+barroco&biw=1366&bih=599&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewicpYLVpODRAhUQxmM KHaXSBIEQ_AUIBygC#q=museo+del+barroco&tbm=isch&tbs=rimg:CelmMitNQ8VnSljgVp5P4exje9YoU07AWSYAbjMFhOFFfaeZbBWzCy_15t-jA- yziZaclz7ENeuNErVhfpoHBOSQyoSCQm8_1k_1h7GN7EXWcoMDwq0oaKhIJ1g6hTTsBZJgReklgc_1Jp9lAqEgkBuMwWE4UV9hFkYajt6hIrgioSCZ5IsFbMLL_1 mEUvTS-Bqy4OxKhIJ36MD7LOJlpwR2DEAgMJIDWwqEgkPsQ1640StRFkYajt6hIrgioSCWF-n6gcE5JDEZN0JDwvZgyV&imgrc=bh5FGb20N9agZM%3A .....	50
Ilustración 82, Extraída con fines didácticos "MONTAJE LIVERPOOL ALTABRISA" Villa Hermosa, Tabasco 5-1-17 https://www.google.com.mx/search?q=LIVERPOOL+ALTABRISA&biw=1366&bih=599&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiX1s76quDRAhVO12 MKHdLWCbwQ_AUICGd#imgrc=KP72bVX-dHX-GM%A .....	51
Ilustración 83 Extraída con fines académicos "CONCRETO AGREGADO GRUESO Y FINO" .....	52
Ilustración 84 Extraída con fines didácticos "FORMACIÓN DE CRISTALES" 14-5-14.....	52
Ilustración 85 Extraída con fines académicos "AGREGADOS FINOS Y GRUESOS 28-7-15 http://ventas.mabesser.com/materiales-para- construccion.php?Grava-Triturada-3/4. ....	53
Ilustración 86 Extraída con fines didácticos "TIPOS DE FIBRADE VIDRIO" 16-julio-17 AMES, F. SHAKELFORD, Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros, Edith. Pearsón,2005 .....	59
Ilustración 87 Extraída o CAPTURADAS con fines didácticos "DETALLES DE CONEXIÓN"29-04-15 https://www.google.com.mx/search?q=montaje+de+fachadas+prefabricadas&biw=1366&bih=599&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewjh25en 9uFAhXky1QKHatpCk4Q_AUIBigB#q=montaje+de+fachadas+prefabricadas&tbm=isch&tbs=rimg:CffBTg7VLYdljg3cNtySS4_1dMPLIWNsvfj4uRpls3Um Kv3kFUaYfJoUMH1zvi6FY_1tbg13TqnkR9OwKK5-OpOayoSCSPdw23JLj9EWF8V-8RwU9ZKhIJ0w8uVY2x- 88R1PLOZiGuoXlqEgmPi5GmWzdSYhGg0VssMkn9yCoSCa_1eQVRpgUmhERvIN3J4xjJSKhIJQwfXO- Lovj8RZORiu_1u6WYwqEgm1uAne1CeRHxHUwiAjNls9mCoSCXTAorn46k5rEsFOnRRfjb2&imgrc=98FOAbtUth21iM%3A.....	60
Ilustración 88 Capturada con fines didácticos "PRUEBA I MATERIALES" 3-5-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	62
Ilustración 89 Capturada con fines didácticos "Prueba I MOLDE " 3-5-14, .....	62
Ilustración 90 Capturada con fines didácticos " Prueba I APLICACION DESMOLDANTE" 3-5-14, .....	62
Ilustración 91 Capturada con fines didácticos "Prueba I CONCRETO TRANSLUCIDO" 3-5-14,.....	62
Ilustración 92 Capturada con fines didácticos "Prueba I PIEZA TERMINADA" 3-5-14, .....	62
Ilustración 93 Captura con fines didácticos "Prueba II MATERIALES " 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	63
Ilustración 94 Capturada con fines didácticos "Pruebas II MOLDE" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	63
Ilustración 95 Capturada con fines didácticos " Pruebas II DESMOLDANTE" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	63
Ilustración 96 Capturadas con fines didácticos "Pruebas II CONCRETO TRANSLUCIDO" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	63
Ilustración 97 Capturada con fines académicos " Prueba II CONCRETO EN MOLDES" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	63
Ilustración 98 Captura con fines académicos " Prueba II PIEZA TERMINADA" 26-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	63
Ilustración 99 Capturada con fines académicos "Prueba III MATERIALES" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	64
Ilustración 100 Capturada con fines académicos " Prueba III MOLDE " 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	64
Ilustración 101 Capturada con fines académicos "Prueba III "APLICACION DESMOLDANTE" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	64
Ilustración 102 Capturada con fines académicos "Prueba III FABRICACION CONCRETO TRANSLUCIDO" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	64
Ilustración 103 Capturada con fines académicos "prueba III "ACABADO"16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	64
Ilustración 104 Capturada con fines académicos "Prueba III PIEZA TERMINADA" 16-03-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	64
Ilustración 105 Captura con fines didácticos "MATERIALES" 3-11-14, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	65
Ilustración 106 Capturada con fines didácticos "Prueba IV MOLDES" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	65
Ilustración 107 Capturada con fines académicos "prueba IV CONCRETO TRANSLUCIDO"3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	65
Ilustración 108 Extraída con fines didácticos " Prueba IV CONCRETO TRANSLUCIDO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	65
Ilustración 109 Extraída con fines didácticos " Prueba IV PIEZA SIN ACABADO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	65
Ilustración 110 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO PICOLETEADO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	66
Ilustración 111 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO AGUA"3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	66
Ilustración 112 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO PULIDO" 3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	66
Ilustración 113 Capturada con fines didácticos "Prueba IV ACABADO AGUA"3-11-15, Fotografía Maribel Jaimes Torres .....	66
Ilustración 114 Extraída con fines académicos " CONCRETO PARA PRUEBAS MECANICAS" 2-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	67
Ilustración 115 Extraída con fines didácticos "cilindros de compresion"2-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	67
Ilustración 116 Extraída con fines didácticos "PASTA ARQUITECTONICA" 2-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	67
Ilustración 117 Extraída con fines didácticos "CURADO DE CILINDROS " 4-2-16, Fotografía Maribel Jaimes Torres.....	67
Ilustración 118 Capturadas con fines didácticos "CUBO DE EXPERIMENTACIÓN" 12-5-15 Autor Maribel Jaimes Torres .....	71
Ilustración 119 Capturadas con fines didácticos " FORRO CUBO DE EXPERIMENTACIÓN" 12-5-15 Autor Maribel Jaimes Torres .....	71
Ilustración 120 Capturadas con fines didácticas "MATERIALES"14-5-15 Autor Maribel Jaimes Torres .....	71
Ilustración 121 Capturada con fines didácticas "PROCESO DE FABRICACIÓN" 14-MAYO.16 Autor Maribel Jaimes Torres.....	71
Ilustración 122 Capturadas con fines didácticas "ACABADO SAN BLASTEADO" 18-MAYO.16 Autor Maribel Jaimes Torres.....	72
Ilustración 123 Capturadas con fines didácticas "ACABADO SAN BLASTEADO" 19-MAYO.15 Autor Maribel Jaimes Torres.....	72
Ilustración 124 Capturada con fines didácticas "CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO, CON ESPACIO DESTINADO A MATERIALES EXPERIMENTALES" 9 junio -15 Autor Maribel Jaimes Torres.....	72
Ilustración 125 Capturada con fines didácticos "COLOCACIÓN DE TERMISTORES DE SUPERFICIE Y AMBIENTAL" 9 junio -15 Autor Maribel Jaimes Torres	72
Ilustración 126 Capturada con fines didácticos "REFUERZO TÉRMICO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO" 9 junio -15 Autor Maribel Jaimes Torres.....	73
Ilustración 127 Capturada con fines didácticos "CAJA TERMICA CON MUESTRA" Autor Maribel Jaimes T.....	74
Ilustración 128 Capturada con fines didácticos "CAJA TERMICA INSTALACION DEL EQUIPO" Autor Maribel Jaimes .....	74
Ilustración 129 Capturada con fines didácticos.....	77
Ilustración 130 Diseñada con fines didácticos "COLOCACION EN PLANTA DE OTOMETROS PRUEBA LUMINICA " Autor Maribel Jaimes T .....	77
Ilustración 131 Capturada con fines didácticos "MODULO TERMICO".....	79
Ilustración 132 Capturada con fines didácticos "MODULO TERMICO".....	79
Ilustración 133 Capturada con fines didácticos " ORIENTACIÓN" .....	79
Ilustración 134 comparación de grafica día nublado día despejado .....	81
Ilustración 135 Extraídas con fines didácticas "EQUIPOS DE MEDICION "Autor Arq. Eduardo Paulino A.....	83
Ilustración 136 Capturadas con fines didácticas " CONCRETO TRANSLUCIDO LUZ ARTIFICIAL" Autor. Maribel Jaimes Torres .....	83
Ilustración 137 Extraídas con fines didácticas "EQUIPO DE MEDICIÓN " Autor Arq. Eduardo Paulino A.....	83
Ilustración 138 Capturadas con fines didácticas " CONCRETO TRANSLUCIDO LUZ ARTIFICIAL" Autor. Maribel Jaimes Torres .....	84
Ilustración 139 Extraídas con fines didácticas "EQUIPO DE MEDICIÓN " Autor Arq. Eduardo Paulino A.....	84
Ilustración 140 Capturadas con fines didácticas " CONCRETO TRANSLUCIDO LUZ ARTIFICIAL" Autor. Maribel Jaimes Torres .....	84



## BIBLIOGRAFIA

- “Aguila, d., A., Gomez, I., Borsetti, M., . . . S. (2009). Los edificios de paneles mas altos de España. Informes de la Construcción.
- adjemian Oria, A. (2011). La Evoluucion de la Fachada ventilada:nuevos materiales y sistemas constructivos. (Ingeniería de Edificación), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Retrieved from [http://digital.csic.es/bitstream/10261/6312/1/IJIC\\_Rincon.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/6312/1/IJIC_Rincon.pdf) Available from Valencia, España
- Alonso, A. (1974). Prefabricación: Teoría y práctica. España: Barcelona.
- anippac, I. d. I. U. (1998-2000). Manual de Diseño de Estructuras Prefabricadas y Presforzadas. 1998-2000: annippac, Instituto de Ingeniería de la Unam
- Aron LOSONCZI, A. M. S. (2008). Litracon Light-Transmitting. Retrieved from <http://www.litracon.hu/>
- Bernold, L. (2002). Spatial Integration in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(5), 400-408. doi:doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:5(400)
- Blayse, A. M., & Manley, K. (2004). Key influences on construction innovation. *Construction Innovation*, 4(3), 143-154. doi:doi:10.1108/14714170410815060
- Burgman, J. A. (1974). The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibres, K. L. Lowenstein, Elsevier, Amsterdam, 1973. 280 pp. *Journal of Polymer Science: Polymer Letters Edition*, 12(2), 102-102. doi:10.1002/pol.1974.130120209
- Carpizo, W. b. R. J. P. y. C. H. H. (2014). Muros estructurales prefabricados Tilt-Up para naves insdtriales. *construccion y tecnologia en concreto*.
- College, P. R. M. (2014). Glass Fiber Reinforced Concrete & Its Properties. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY*, 3.
- Corbusier, L. Los cinco puntos de una nueva arquitectura. Retrieved from Arte España website: <http://www.arteespana.com/lecorbusier.htm>
- Choisy, A., Fernández, S. H., & Sierra, F. J. G. (1999). El arte de construir en Roma: Instituto Juan de Herrera.
- Department, I. (2011). I lighth Innovation by Italcementi Group. In I. Group (Ed.), (pp. 4-7-8-13). Italia. (Reprinted from: 2013).
- Diego, G. J., Pedro, A. I. J., & Angel, L. H. (may-2008 ). Utilización de materiales compuestos en la construcción de nuevos puentes. *Jornadas de Investigación en la construcción*
- engineer, i. (2015). *issue engineer*.
- Fapresa. (2010). Fachadas Prefabricadas. Retrieved from [www.fapresa.com.mx](http://www.fapresa.com.mx)
- Francisco, S. H. J. (2010). Paneles prefabricados de hormigon en fachadas. Politecnica de Madrid Madrid España. Retrieved from [http://oa.upm.es/4518/1/TESES\\_MASTER\\_JUAN\\_FRANCISCO\\_SANCHEZ\\_HURTADO.pdf](http://oa.upm.es/4518/1/TESES_MASTER_JUAN_FRANCISCO_SANCHEZ_HURTADO.pdf)
- G, R. I. (2012). Experimental Testing of Composite Panels Reinforced with Cotton Fibers. *Open Journal of Composite Materials*.
- Garrido, L. d. (2010). Situación actual de la construcción prefabricada en Europa. 2010, 3. Retrieved from <http://www.accioecologista-agro.org/spip.php?article2343> website: <http://www.accioecologista-agro.org/spip.php?article2343>
- ILUM Technologies, I. (2013). Concreto Traslucido. Retrieved from [www.concretostraslucidos.com/.../ficha\\_tecnica\\_ilum](http://www.concretostraslucidos.com/.../ficha_tecnica_ilum)
- Integrales, N. (2014). Nucleos Integrales. Retrieved from <http://nucleosintegrales.com/>
- Jauregui, G., & V. (2009). Habidite: viviendas modulares industrializadas. *Informes de la Construcción*.
- José Luis Ramirez Ortiz, D. I. I. (1998). LA MULTIPLE IDENTIDAD DEL HORMIGÓN. Retrieved from <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>
- Ku, H., Wang, H., Pattarachaiyakoo, N., & Trada, M. (2011). A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering*, 42(4), 856-873. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.01.010
- Miravete, A., & Chiminelli, A. (Producer). (2005). Una nueva fibra de características ideales para su uso en la construcción. Vol. 57 n. 498. [journal] Retrieved from <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/474/548>
- Muñoz Tamara, J. (2011). La piel de la Nueva Arquitectura esta hecha de valores sostenibles. *Nueva Construcción*, 24.
- Nacional, U. T. (2008). Materiales Compuestos. [Noviembre 2014], 9. Retrieved from *Materiales Compuestos* website: [www.frsf.utn.edu.ar/matero/.../bajar\\_apunte.php](http://www.frsf.utn.edu.ar/matero/.../bajar_apunte.php)
- Opticretos, P. A. (2014). Precolados Arquitectonicos. Retrieved from *Opticretos, Precolados Arquitectonicos* website: <http://opticretos.com/>
- Pablo, A. (2007, 2014). 100 años de industrialización de la construcción. Retrieved from <http://hontza.wordpress.com/2007/06/14/100-anos-de-industrializacion-de-la-construccion/>
- Prehorquisa. (2014). Prehorquisa, sus diseños en prefabricado. Retrieved from <http://www.prehorquisa.com/>
- PRETECSA, S. A. (2014). PrefabricadosTécnicos de la Construcción. Retrieved from <http://www.pretecsa.com/16.html>
- Rao, D. P. S., & Mouli, D. C. (2012). Durability studies on glass fiber reinforced concrete.
- engineering science: An international journal, 1, 37-42.
- Rojas, J. J. (2010). *civilgeeks.com*. Retrieved from [facebook.com/CivilGeeks](http://facebook.com/CivilGeeks)
- Rosmalen, J. V. J. (2009). Industrialización y Prefabricación en la Arquitectura. Mexico: Posgrado de Arquitectura.
- Ruiz, E. O. (2011). Influencia de los materiales nuevos en el futuro de la arquitectura [Nuevos materiales]. Retrieved from [http://nanotecnologiayararquitectura.blogspot.mx/2008\\_10\\_01\\_archive.html](http://nanotecnologiayararquitectura.blogspot.mx/2008_10_01_archive.html)
- Tierra Armada, S. A. (Agosto 2014). Tierra Armada, Sustainable Technology. Retrieved from [http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6&Itemid=13](http://www.tierra-armada.com/tae/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=13)
- Wisner, C. N. (1920). No. 144.913.
- Bernold, L.E. (2002) “Spatial integration in construction”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(5), 400-408.
- Blayse, A.M.; Manley, K. (2004) “Key influences on construction innovation”. *Construction Innovation*, 4, p. 143-154.
- Bodapati, S.N.; Burgess, R.A. (1969) “Measuring instruments for large precast concrete components”. *Concrete*, 3(12), 488-497.
- Burgess, R.A. (1972) “Aspects of dimensional control in the production of large precast concrete units”. *International Journal of Production Research*, 10(2), p. 113-127.
- CTE (2009) “Código técnico de la edificación”. Tecnos, Madrid.
- EC3 (1996) “Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero”. AENOR, Madrid.
- Ferrada, X.; Serpell, A. (2009) “La gestión del conocimiento y la industria de la construcción”. *Revista de la Construcción*, 14, p. 46-58.
- Gann, D.M. (1996) “ Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan”. *Construction Management & Economics*, 14(5), p. 437-450.
- Gann, D.M. (2000) “Building innovation. Complex constructs in a changing world”. Thomas Telford Publishing, Londres.
- Geddard, A.; Kaldor, S. (1998) “Interlinking dimensional tolerances with geometric accuracy and surface finish in the process design and manufacture of precision machined components”. *IIE Transactions*, 30, p. 905-912.
- Gibb, A.G.F. (2001) “Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research”. *Construction Management and Economics*, 19, p. 307-315.
- Groover, M.P. (2006) “Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems”. Ed. Wiley, Hoboken (NJ).
- Jeang, A. (1997) “ An approach of tolerance design for quality improvement and cost reduction”. *International Journal of Production Research*, 35(5), p. 1193-1211.
- Kalpakjian, S.; Schmid, S.R. (2006) “Manufacturing engineering and technology” (5ª edición). Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River (NJ).
- Kavanagh, B.F. (2009) “Surveying with construction applications” (7ª Edición). Prentice Hall; Upper Saddle River (NJ).
- Koskela, L. (1992) “Application of the new production philosophy to construction”. Technical Report #72. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University. Stanford.

- López Baillo, J.F. (1974) "Criterios sobre el control de la precisión en la industria del hormigón prefabricado". Revista de Obras Públicas, 3115, p. 787-797.
- Madsen, D.A. (2003) "Geometric dimensioning and tolerancing". Goodheart-Willcox Co., Tinley Park (IL).
- Monjo Carrió, J. (2005) "La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización". Informes de la Construcción, 499-500, p. 37-54.
- Pellicer, E.; Yepes, V.; Correa, C.L.; Martínez, G. (2008). "Enhancing R&D&i through standardization and certification: the case of the Spanish construction industry". Revista Ingeniería de Construcción, 23(2), p. 112-121.
- Pellicer, E.; Yepes, V.; Rojas, R.J. (2010) "Innovation and competitiveness in construction companies: a case study". Journal of Management Research, 10(2), p. 103-115.
- Shenhar, A.J.; Dvir, D. (1996) "Toward a typological theory of project management". Research Policy, 25, p. 607-632.
- Warzawski, A. (1999) "Industrialized and automated building systems", E & FN Spon, Londres. [ Links ]
- Winch, G.M. (2003) "Models of manufacturing and the construction process: the genesis of re-engineering construction". Building Research & Information, 31(2), p. 107-118.
- Yepes, V.; Pellicer, E.; Correa, C.L.; Alarcón, L.F. (2010). "Implementation of a system for achieving innovation opportunities in a company", in Barret, P.; Amaratunga, D.; Haigh, R.; Keraminiyage, K.; Pathirage C. (eds): Proceedings of CIB 2010 World Congress. Salford Quays (UK), paper 1207, 12 pp.
- Zhang, H.C.; Huq, M.E. (1992) "Tolerancing techniques: the state-of-the-art". International Journal of Production Research, 30(9), p. 2111-2135.

A MIS PADRES QUE AUNQUE NO ESTAN CONMIGO FISICAMENTE, SIEMPRE VIVEN EN MI CORAZON Y MIS RECUERDOS , GRACIAS A DIOS Y A ELLOS AHORA PUEDO ESTAR CONCLUYENDO UNA ETAPA MAS EN MI VIDA, QUE NO ES EL FINAL SI NO EL PRINCIPIO DE ALGO MAS.....

SILVIA R. TORRES CASTELLANOS  
JULIAN JAIMES SANTOS

A MIS HERMANOS QUE HAN ESTADO TODO ES TIEMPO HACIENDO MENOS DOLOROSA LA AUSENCIA DE MIS PADRES Y A SU APOYO INCONDICIONAL PARA REALIZAR SIEMPRE MIS SUEÑOS.

LIC. LAURA JAIMES TORRES  
LIC. CESAR JAIMES TORRES

A MI ESPOSO POR CONVERTIR EN UNA REALIDAD TODO LO QUE IMAGINO  
LUIS MANUEL HERNANDEZ CAÑEDO

MIS SOBRINOS  
Cesar Adhir Jaimes Martínez  
Icker Eduardo Jaimes Martínez  
Leonardo Baruch Jaimes Martínez

A TI POR TU APOYO  
Ing. José Ladislao González Nales  
Lic. Blanca Nelly Martínez Guadarrama  
ABUELITOS, TIOS, PRIMAS Y SOBRINOS

AMIGOS POR SIEMPRE  
Arq. José Méndez López  
Arq. Claudia Castillo Zamora

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA.  
Coordinador, asistentes y profesores del posgrado  
INSTITUTO DE MATERIALES C.U. Dr. Miguel Ángel Canseco  
LABORATORIO DE SUSTENTABILIDAD Y MEDIO AMBIENTE Mtro. Arturo Valeriano Flores  
FACULTAD DE INGENIERIA Dr. Cottier  
EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT)  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA  
ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN, TUTOR: Dr. Javier Sánchez Montero  
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO (UAM) Instituto de Materiales  
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA XOCHIMILCO (UAM) Laboratorio de Investigación Tecnológica  
Mtro. en Arq. Eduardo Paulino Almaraz  
INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y EL CONCRETO (IMCYC)  
Ing. Hernández y su equipo de trabajo

A todas y cada una de las empresas e institutos dedicados a la fabricación e investigación de fachadas prefabricadas, mencionadas en el documento.

EQUIPO DE TRABAJO EN LABORATORIOS  
Mtro. en Arq. David Gomes  
Ing. Néstor Casales Bañuelos  
Mtra. en Arq. Eunice Flores Lozano  
Arq. Gerónimo Segura González  
Arq. Lucero Jazmín Alarcón

Y A TODOS AQUELLOS QUE INTERVINIERON DE ALGUNA U OTRA MANERA GRACIAS

ESTE NO ES EL FINAL SI NO EL INICIO.....

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

MTRA. ARQ. MARIBEL JAIMES TORRES

Fecha: 2015/12/09



Proyecto: PREFABRICATED TRANSLUCENT STONE

## LISTADO DE INSUMOS QUE INTERVIENEN EN LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
<b>1 MATERIALES</b>					
MAT001	CEMENTO BLANCO	TON	0.0789	\$4,250.00	\$328.85
MAT002	CERO FINO DE MARMOL	TON	0.0688	\$1,980.00	\$134.15
MAT003	GRANO DE MARMOL	TON	0.0620	\$2,280.00	\$209.85
MAT004	GRANO DE ONIX	TON	0.0620	\$2,980.00	\$235.30
MAT005	FIBRA DE VIDRIO	kg	0.4584	\$90.00	\$41.28
MAT006	AGUA	M3	3.6000	\$9.50	\$34.20
MAT007	PLACA DE ACERO DE 5/16	kg	1.5688	\$23.00	\$38.08
MAT008	ANGULO DE ACERO 2"x2"x5/16"	kg	8.1216	\$15.80	\$98.72
MAT009	ANGULO DE ACERO DE 4"x4"x5/16"	kg	5.1200	\$15.54	\$79.58
MAT010	PTR DE 3"x2"	kg	44.1504	\$18.60	\$732.90
MAT011	PTR DE 2"x2"	kg	41.4000	\$18.60	\$687.24
MAT012	PERFIL DE ACERO DE 1"x1/2"	kg	34.5000	\$18.60	\$572.70
MAT013	PERNO ROSCADO 5/8"	PZA	0.6300	\$65.00	\$40.95
MAT014	TUERCA HEXAGONAL DIAM 5/8"	PZA	6.3000	\$5.50	\$34.65
MAT015	RONDANA PLANA	PZA	8.4000	\$2.50	\$21.00
MAT016	SOLDADURA E-7018	kg	1.9570	\$52.00	\$101.78
MAT017	OXIGENO.	M3	0.5688	\$65.00	\$38.13
MAT018	GAS BUTANO	kg	0.3354	\$12.00	\$4.02
MAT019	PLATO DE 5 SEGMENTOS DIAMANTADOS	PZA	0.0173	\$8,500.00	\$148.88
MAT020	DISCO PICORTE DE METAL	PZA	0.4872	\$250.00	\$121.80
MAT021	RONDANAS DE NEOPRENO	PZA	4.2000	\$5.20	\$21.84
MAT022	ADITIVO PARA RESANES AMERBOND	LT	0.0884	\$65.00	\$5.82
MAT023	PIEDRA ABRASIVA MAGNESITA	PZA	0.8640	\$170.00	\$148.88
MAT024	COPA DE ESMERIL	PZA	0.8640	\$195.00	\$168.48
MAT025	PIEDRA CHELA	PZA	0.3024	\$190.00	\$57.48
MAT026	PINTURA ANTICORROSIVA	LT	1.4312	\$65.00	\$93.03
MAT027	SONOLASTIC NP1	CARTUC	2.8800	\$65.00	\$244.80
MAT028	POROFLEX	ML	5.0400	\$5.50	\$27.72
MAT030	SIKA GUARD-70	LT	2.5920	\$75.00	\$194.40
MAT031	DESMOLDANTE	LT	0.6480	\$110.00	\$71.28
MAT032	CARGO POR MOLDE	M2	4.3200	\$15.00	\$64.80
MAT033	LIMPIADOR PARA PRECOLADOS	kg	0.2540	\$25.00	\$6.37
<b>Total: MATERIALES</b>					<b>\$4,798.68</b>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

MTRA. ARQ. MARIBEL JAIMES TORRES

Fecha: 2015/12/09



Proyecto: PREFABRICATED TRANSLUCENT STONE

## LISTADO DE INSUMOS QUE INTERVIENEN EN LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
<b>2 MANO DE OBRA</b>					
000001	OFICIAL VACIADOR	TURN	0.0950	\$395.00	\$37.54
000002	OFICIAL MOLDEADOR	TURN	0.0950	\$450.00	\$42.77
000003	AYUDANTE DE VACIADO	TURN	0.0950	\$285.00	\$27.09
000004	OFICIAL RESANADOR	TURN	0.6888	\$350.00	\$241.08
000005	AYUDANTE RESANADOR	TURN	0.6888	\$285.00	\$198.31
000006	OFICIAL PULIDOR	TURN	1.0022	\$450.00	\$451.01
000007	OFICIAL PINTOR	TURN	0.3594	\$320.00	\$115.01
000008	OFICIAL SOLDADOR CALIFICADO	TURN	0.8258	\$580.00	\$478.98
000009	AYUDANTE SOLDADOR	TURN	0.8258	\$285.00	\$235.35
000010	OFICIAL MONTADOR	TURN	0.2500	\$580.00	\$145.00
000011	AYUDANTE DE MONTAJE	TURN	0.5000	\$320.00	\$160.00
000012	OFICIAL MANIOBRISTA	TURN	0.0432	\$365.00	\$15.77
000013	AYUDANTE MANIOBRISTA	TURN	0.0432	\$285.00	\$12.31
<b>Total: MANO DE OBRA</b>					<b>\$2,158.20</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA



MTRA. ARQ. MARIBEL JAIMES TORRES

Fecha: 2015/12/09

Proyecto: **PREFABRICATED TRANSLUCENT STONE**

**LISTADO DE INSUMOS QUE INTERVIENEN EN LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
<b>3 EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
9M000001	HERRAMIENTA MENOR.	%MO	0.0000	\$0.00	\$36.98
9M00001	HERRAMIENTA MENOR	%	0.0000	\$0.00	\$26.96
EQ0001	REVOLVEDORA MOTOR ELECTRICO	HORA	0.9079	\$4.50	\$1.79
EQ00015	GRUA EN PLANTA (VIJERA)	HORA	0.2246	\$40.00	\$8.99
EQ00016	HAMACA MANUAL	HORA	1.5360	\$27.50	\$42.24
EQ0002	PLANTA DE SOLDAR	HORA	1.8669	\$12.00	\$22.40
EQ0003	CORTADORA DE BANCO	HORA	3.3312	\$11.50	\$38.31
EQ00030	FLETE PLANTA A OBRA	VIAJE	0.0432	\$5,000.00	\$216.00
EQ0005	PULIDORA	HORA	8.0006	\$10.00	\$80.01
EQ0008	EQUIPO DE CORTE	HORA	1.1980	\$1.50	\$1.80
EQ0010	TIRFOR 3 TON	HORA	10.0000	\$0.80	\$8.00
EQ0012	EQUIPO DE HIDROLIMPIEZA	HORA	0.5048	\$8.50	\$4.29
EQ0015	HAMACA MANUAL	HORA	2.1042	\$25.00	\$52.70
EQ0020	GRUA HIDRAULICA DE 15 TON.	HORA	1.2500	\$400.00	\$500.00
<b>Total: EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					<b>\$1,041.87</b>



**INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO**

Nombre de cliente: **ALCANTARILLA ALBERTO FERRER**

Dirección: **-**

Ciudad: **-**

Código Postal: **1701**

Módulo Técnico: **100**

Fecha recepción: **08/11/2018**

Fecha entrega: **08/11/2018**

Descripción de muestra: **Resaca por resaca en 15 x 15 x 30 cm**  
**Validación: 2 Bloques de concreto de 15 cm de diámetro x 30 cm de altura.**

Pruebas solicitadas: **Prueba a tensión a 28 días de edad de concreto**  
**Curva a compresión simple a 3, 7, 14 y 28 días de cilindros de concreto**

Resultados: **Ver lajas a mano**

\* Referencias: **ISO 9100:2015/9000:2015, ISO 9001:2015/9000:2015,  
NMX-C-431-09/ISO 9001:2004**

Condiciones Ambientales: **Temperatura: - 20  
Humedad relativa: - 70**

Pruebas realizadas en el laboratorio: **72401100-013; 72401100-020; 72401100-021; 72401100-022**

Intensidad de luz: **5,000 Lux** Fecha de emisión: **08/11/2018**

---

Nombre del cliente: **ALCANTARILLA ALBERTO FERRER** Fecha de emisión: **08/11/2018**

Nombre del Cliente: **ALCANTARILLA ALBERTO FERRER** Fecha de emisión: **08/11/2018**

Resaca a la compresión y prueba a tensión de cilindros de concreto  
Validación de acuerdo a la norma NMX-C-431-09/ISO 9001:2004

Resaca a la compresión



Carretera Toluca-Toluca, s/n  
Calle 10 de Mayo, s/n  
C.P. 50100, Toluca, Estado de México

**RESACA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO**

Orden de Trabajo No. 1041 Fecha: Toluca, Méx. 08/11/2018 Hoja No. 7 de 4

Cliente: **ALCANTARILLA ALBERTO FERRER**

Cilindro	Diámetro	Alto	Volumen	Peso	Densidad	Fuerza	Fuerza unitaria	Esfuerzo de ruptura		Observaciones	Comentarios
								MPa	kg/cm <sup>2</sup>		
M1	150	300	1767.1	15.2	0.85	2200	12.45	11.70	14.2	-	-
M2	150	300	1767.1	15.2	0.85	2210	12.50	11.80	14.3	-	-
M3	150	300	1767.1	15.2	0.85	2220	12.55	11.90	14.4	-	-
M4	150	300	1767.1	15.2	0.85	2230	12.60	12.00	14.5	-	-
M5	150	300	1767.1	15.2	0.85	2240	12.65	12.10	14.6	-	-
M6	150	300	1767.1	15.2	0.85	2250	12.70	12.20	14.7	-	-
M7	150	300	1767.1	15.2	0.85	2260	12.75	12.30	14.8	-	-
M8	150	300	1767.1	15.2	0.85	2270	12.80	12.40	14.9	-	-
M9	150	300	1767.1	15.2	0.85	2280	12.85	12.50	15.0	-	-
M10	150	300	1767.1	15.2	0.85	2290	12.90	12.60	15.1	-	-
M11	150	300	1767.1	15.2	0.85	2300	12.95	12.70	15.2	-	-
M12	150	300	1767.1	15.2	0.85	2310	13.00	12.80	15.3	-	-
M13	150	300	1767.1	15.2	0.85	2320	13.05	12.90	15.4	-	-
M14	150	300	1767.1	15.2	0.85	2330	13.10	13.00	15.5	-	-

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Resaca a la compresión: **300**

Resaca a la tensión: **300**

Observaciones: **AL TERCER DÍA DE PRUEBA SE OBSERVÓ UN FENÓMENO DE RESACA EN LA SUPERFICIE DE LOS CILINDROS EN VERIFICACIÓN CON MANEJO DE 12 mm FORMADO POR LA JUNTA DE 12 mm**

Fecha: **08/11/2018**



Carretera Toluca-Toluca, s/n  
Calle 10 de Mayo, s/n  
C.P. 50100, Toluca, Estado de México

**RESACA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO**

Orden de Trabajo No. 1041 Fecha: Toluca, Méx. 08/11/2018 Hoja No. 8 de 4

Cliente: **ALCANTARILLA ALBERTO FERRER**

Cilindro	Diámetro	Alto	Volumen	Peso	Densidad	Fuerza	Fuerza unitaria	Esfuerzo de ruptura		Observaciones	Comentarios
								MPa	kg/cm <sup>2</sup>		
M1	150	300	1767.1	15.2	0.85	2200	12.45	11.70	14.2	-	-
M2	150	300	1767.1	15.2	0.85	2210	12.50	11.80	14.3	-	-
M3	150	300	1767.1	15.2	0.85	2220	12.55	11.90	14.4	-	-
M4	150	300	1767.1	15.2	0.85	2230	12.60	12.00	14.5	-	-
M5	150	300	1767.1	15.2	0.85	2240	12.65	12.10	14.6	-	-
M6	150	300	1767.1	15.2	0.85	2250	12.70	12.20	14.7	-	-
M7	150	300	1767.1	15.2	0.85	2260	12.75	12.30	14.8	-	-
M8	150	300	1767.1	15.2	0.85	2270	12.80	12.40	14.9	-	-
M9	150	300	1767.1	15.2	0.85	2280	12.85	12.50	15.0	-	-
M10	150	300	1767.1	15.2	0.85	2290	12.90	12.60	15.1	-	-
M11	150	300	1767.1	15.2	0.85	2300	12.95	12.70	15.2	-	-
M12	150	300	1767.1	15.2	0.85	2310	13.00	12.80	15.3	-	-
M13	150	300	1767.1	15.2	0.85	2320	13.05	12.90	15.4	-	-
M14	150	300	1767.1	15.2	0.85	2330	13.10	13.00	15.5	-	-

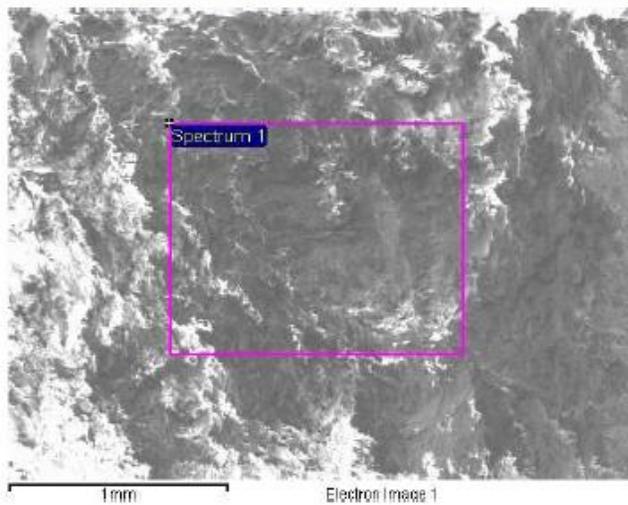
**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Resaca a la compresión: **300**

Resaca a la tensión: **300**

Observaciones: **AL TERCER DÍA DE PRUEBA SE OBSERVÓ UN FENÓMENO DE RESACA EN LA SUPERFICIE DE LOS CILINDROS EN VERIFICACIÓN CON MANEJO DE 12 mm FORMADO POR LA JUNTA DE 12 mm**

Fecha: **08/11/2018**



Spectrum processing:

Peak possibly omitted : 1.785 keV

Processing option : All elements analyzed (Normalised)

Number of iterations = 5

Standard:

C CaCO3 1-Jun-1999 12:00 AM

O SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

Na Albite 1-Jun-1999 12:00 AM

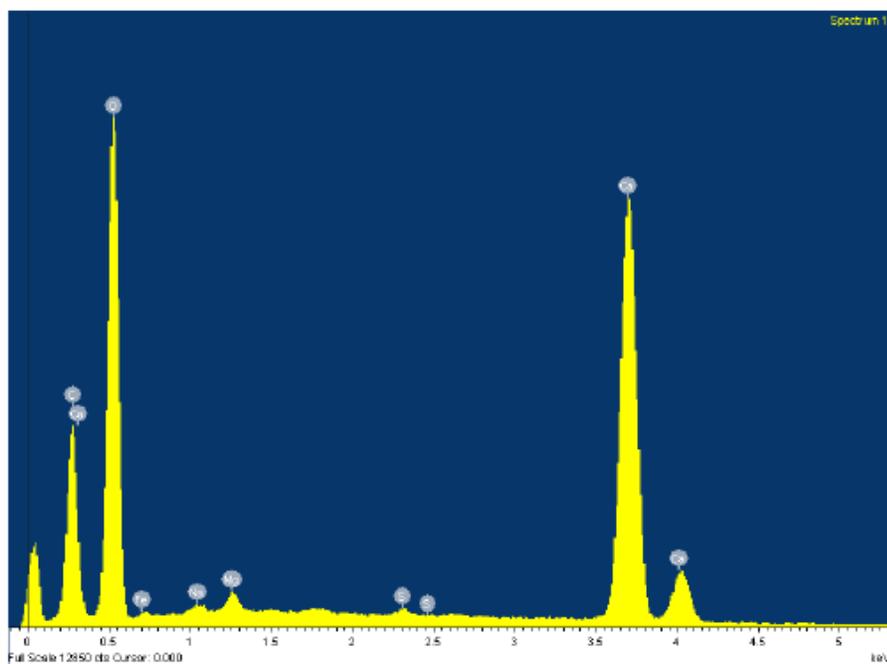
Mg MgO 1-Jun-1999 12:00 AM

S FeS2 1-Jun-1999 12:00 AM

Ca Wollastonite 1-Jun-1999 12:00 AM

Fe Fe 1-Jun-1999 12:00 AM

Element	Weight%	Atomic%
C K	14.92	22.30
O K	58.38	65.52
Na K	0.30	0.24
Mg K	0.57	0.42
S K	0.25	0.14
Ca K	24.95	11.18
Fe K	0.64	0.20
Totals	100.00	



Comment: