

PREFABRICADOS DE GRC MANOPORTABLES PARA RECUBRIMIENTO DE
FACHADAS

NELCY JAZMÍN CASTAÑO CABRERA

EDWAR STEVEN VILLA ALDANA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS
BOGOTÁ D.C. MAYO DE 2016

PREFABRICADOS DE GRC MANOPORTABLES PARA RECUBRIMIENTO DE
FACHADAS

MONOGRAFÍA DE PROYECTO DE GRADO

ARQ. NELSON RICARDO CIFUENTES VILLALOBOS



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS
BOGOTÁ D.C. MAYO DE 2016

Tabla De Contenido

Introducción.....	10
Contextualización.....	12
Estado del Arte	14
Marco Teórico.....	14
Marco Conceptual.....	22
fachada ventilada.....	22
envase tetra pak.....	23
prefabricado.....	25
grc glass fiber reinforced concrete.....	25
Marco Legal.....	28
Referentes Comerciales	33
Empresas Nacionales	33
Empresas Internacionales	36
Sistema De Fijación	47
Desarrollo De Propuesta.....	48
Experimentación De Los Materiales.....	48
Producto	50
Ensayos Y Pruebas	60
Ensayo De Humedad	60
Ensayo De Medidor De Temperatura Laser	63
Ensayo De Combustión	67
Análisis de Precios Unitarios.....	71
Instalación Prefabricado	74
Montaje De Perfiles	74
Detalles Constructivos	77
Discusión y Recomendaciones	82
Referencias Bibliográficas.....	84
Anexos.....	86

Índice De Imágenes

IMAGEN 1 Estructura Fachada Ventilada.....	22
IMAGEN 2 Ejemplo Fachada Ventilada	22
IMAGEN 3 Efecto Chimenea	23
IMAGEN 4 Estructura Fachada 2	23
IMAGEN 5 Envase Multicapas.....	24
IMAGEN 6 Envases Tetra Pak	24
IMAGEN 7 Fachada Fibrit.....	33
IMAGEN 8 Fachada Clínica	34
IMAGEN 9 Fachada Fortezza	35
IMAGEN 10 Fachada All Face 1	36
IMAGEN 11 All Face 2	36
IMAGEN 12 Sistema All Face.....	36
IMAGEN 13 Fachada Equitone 2	37
IMAGEN 14 Fachada Equitone 1	37
IMAGEN 15 Texturas Equitone 2	37
IMAGEN 16 Texturas Equitone 1	37
IMAGEN 17 Fachada Levantina 2.....	38
IMAGEN 18 Fachada Levantina 1.....	38
IMAGEN 19 Fachada Cerámica Amuriza	39
IMAGEN 20 Fachada Euronit.....	40
IMAGEN 21 Sistema Perfilería	47
IMAGEN 22 Sistema Puntual	47
IMAGEN 23 Fibra de Vidrio 2	55
IMAGEN 24 Fibra de Vidrio 1	55
IMAGEN 25 Muro para instalación.....	74
IMAGEN 26 Muro con Perfiles	75
IMAGEN 27 Muro con Prefabricados	75
IMAGEN 28 Diseños de Prefabricados	76
IMAGEN 29 Arranque Fachada	77
IMAGEN 30 Solución Esquina Exterior.....	78
IMAGEN 31 Solución Equina Interior	79
IMAGEN 32 Prefabricado desencofrado	80
IMAGEN 33 Detalle ángulo y perfil	80
IMAGEN 34 Grapa doble para unir dos prefabricados.....	81
IMAGEN 35 Angulo, perfil y grapa	81
IMAGEN 37 Grapa doble para unir prefabricados por encima	81
IMAGEN 36 Grapa sencilla para remate de esquinas.....	81

Índice De Fotografías

Fotografía 1 Lámina Ecoplak	24
Fotografía 2 Molde.....	25
Fotografía 4 Molde hecho con yeso 2	48
Fotografía 3 Modelo hecho con yeso	48
Fotografía 6 Desencofrado de modelo con cemento	49
Fotografía 5 Modelo fundido con cemento	49
Fotografía 8 Analisis de modelo desencofrado 2	49
Fotografía 7 Analisis de modelo desencofrado	49
Fotografía 9 Superficie de contacto	50
Fotografía 10 Molde a escala	50
Fotografía 11 Parte posterior molde.....	50
Fotografía 12 Acabado de molde	50
Fotografía 13 Fundida de concreto 1.....	51
Fotografía 14 Fundida de concreto 2.....	51
Fotografía 15 Modelo con fallas	51
Fotografía 16 Malla de gallinero.....	52
Fotografía 17 Fundida de concreto 3.....	52
Fotografía 19 Fallas y agrietamiento 2.....	53
Fotografía 18 Fallas y agrietamiento 1.....	53
Fotografía 20 Desencofrado # 4.....	53
Fotografía 21 Acabado con relieve	54
Fotografía 22 Limpieza	54
Fotografía 23 Desarmado del molde	54
Fotografía 24 Adicion de fibra de vidrio al modelo.....	56
Fotografía 25 Concreto cn fibra de vidrio.....	56
Fotografía 26 Modulacion 1	56
Fotografía 27 Modulacion 2	56
Fotografía 28 Fundida de concreto 4.....	57
Fotografía 29 Molde con perforación.....	57
Fotografía 31 Fundida de concreto 5.....	58
Fotografía 30 Prefabricado con Perforaciones	58
Fotografía 32 Acabados de Prefabricados.....	59
Fotografía 33 Modelo para ensayo de humedad	60
Fotografía 34 Modelo reaccionando con agua	60
Fotografía 35 Secado de Prefabricado	61
Fotografía 36 Prefabricado seco.....	61
Fotografía 37 Vista lateral Prefabricado	62
Fotografía 38 Medidor Laser.....	63
Fotografía 39 Prueba de Temperatura	63
Fotografía 40 Toma de temperatura	64
Fotografía 41 Primera muestra con laser.....	64
Fotografía 42 Segunda muestra con laser	65
Fotografía 43 Tercera muestra con laser	65

Fotografía 44 Cuarta muestra con laser.....	66
Fotografía 45 Ensayo de combustión	67
Fotografía 46 Contacto al fuego.....	67
Fotografía 47 Efecto del fuego en el prefabricado	68
Fotografía 48 Vista superior del contacto al fuego	68
Fotografía 49 Un registro de temperatura	69
Fotografía 50 Consecuencias del prefabricado	69
Fotografía 51 Resultado del ensayo	70

Índice De Tablas

TABLA 1 Canal prefabricados	27
TABLA 2 Canales de distribución	28
TABLA 3 Características de resistencia del cemento	29
TABLA 4 Masas de los materiales	30
TABLA 5 Valores mínimos de carga muerta de elementos no estructurales.....	31
TABLA 6 Matriz comparativa Características.....	41
TABLA 7 Ensayo de humedad	62
TABLA 8 Ensayo Temperatura prefabricado	66
TABLA 9 Ensayo Combustión Prefabricado	70
TABLA 10 A.P.U. Prefabricado	71
TABLA 11 A.P.U. Molde	72
TABLA 12 A.P.U. Instalación	73

Resumen

El principal objetivo de este trabajo ha sido la elaboración de un prefabricado de GRC que pueda servir como fachada ventilada, proporcionando una alternativa clara, económica, práctica y ecológica para los pequeños y medianos constructores que deseen tener una fachada ventilada a un precio razonable. De igual manera, que se pueda usar tanto en edificaciones nuevas como para rehabilitación de obras sin importar la condición estética de la misma. La inspiración para este proyecto se ha derivado de varias fuentes, una de ellas ha sido la tendencia de la construcción en seco, la prefabricación y todo lo que tiene la misma alrededor, la resistencia de concretos que puedan ser livianos, moldeables y la opción de generar producto e innovar utilizando elementos del común diario para crear y diseñar una alternativa a los estándares establecidos por parte de las grandes empresas encargadas de la producción de estos elementos.

Palabras Claves: Prefabricado, Mano portable, GRC, Cerramiento, Liviano.

Abstract

The main objective of this work has been the development of a prefabricated GRC that can serve as ventilated façade, providing a clear, economical, practical and environmentally friendly alternative for small and medium builders who wish to have a ventilated facade at a reasonable price. Similarly, it can be used both in new buildings and rehabilitation works regardless of the cosmetic condition thereof. The inspiration for this project has been derived from several sources, one of which has been the trend of dry construction, prefabrication and everything has the same around the resistance of concrete that can be lightweight, moldable and option generating product and innovate using common everyday items to create and design an alternative to the standards set by large companies responsible for the production of these elements.

Key Words: Prefabricated, Portable hand, GRC, enclosure, Light

Introducción

Expuesta la situación por parte de la facultad de Arquitectura y el Programa de Tecnología en Construcciones Arquitectónicas (PTCA) de solucionar un problema técnico-constructivo aplicándolo en la materia de “PROYECTO” para optar por el título de Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas, se ha decidido enfatizar en la idea de los prefabricados para la fundición de concreto utilizando los así llamados “desperdicios” más específico para este caso los envases de *tetra Pak*, un elemento muy común en la vida diaria para el consumo de bebidas envasadas y conservadas. Es preciso destacar que esta propuesta tiene la más clara intención de vincular otras variables a la solución técnico-constructiva tales como: económica, ambiental y salud. “PREFABRICADOS DE GRC MANOPORTABLES PARA RECUBRIMIENTO DE FACHADAS” pretende hacer el uso de un material muy conocido en el ámbito de empaques para la conservación de leche, jugos y otros alimentos, potenciándolo como una clara alternativa en la solución del proceso constructivo de desencofrados de moldes y acabados para concretos. Los elevados precios que oscilan en el mercado actualmente son un problema para pequeños y medianos constructores que desean adquirir una fachada ventilada para sus obras, por supuesto para alguien con recursos económicos amplios no sería ningún problema es por tal motivo que esta investigación se dirige con la mente puesta, a desarrollar una opción a bajo costo económico que puedan superar tiempos de entrega con estándares de calidad.

La decisión de utilizar el *tetra Pak* como materia prima nace de la cotidianidad del uso de este material, la gran cantidad de contaminación que genera y un análisis de sus propiedades para emular las características de productos existentes en el mercado.

Y además los inconvenientes técnicos como en el desencofrado y el uso de desmoldantes y la reutilización del molde en más obras son algunos de los problemas a tratar.

No obstante, el énfasis está dirigido a la propuesta de un elemento que pueda servir como una opción a los variados sistemas de fachadas flotantes que hay en el mercado, el cual es el campo de acción en el que se delimitó esta investigación, dichas fachadas que por cuestiones económicas se encuentran fuera del alcance monetario de medianos y pequeños constructores como se mencionó previamente.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Sin lugar a dudas este fue otro aliciente para la investigación y desarrollo de este trabajo, la capacidad de crear e innovar motiva para emprender con entusiasmo esta investigación.

En este documento se especificará una metodología de trabajo que consta de unos pasos para abordar la comprensión del mismo y plantear en orden una secuencia que permita llevar a analizar el tema expuesto.

Los pasos son: *investigación del tema, análisis de antecedentes, desarrollo de una propuesta, resultados obtenidos y conclusiones*; de esta manera se pretende dar a conocer como se abordó el tema a investigar. Esta monografía hace parte de una investigación aplicada la cual busca una solución a un problema planteado enfocándose en el diseño de un prefabricado de GRC que pueda hacer parte de un sistema de fachada.

Contextualización

La fachada es un elemento arquitectónico de suma importancia, pues en este se transmite la identidad que el arquitecto o constructor le asigna a la edificación, por tanto, es la cara del edificio y la que le otorga la estética o belleza para ser objeto de admiración o crítica por parte del observador.

A lo largo de la historia, las fachadas se han visto en una serie de cambios de acuerdo a la época que vive la humanidad, los cambios más significativos han venido gracias a la evolución de los sistemas constructivos que el hombre ha desarrollado, a mayor tecnología, mayor la evolución arquitectónica.

En estos términos, es preciso resaltar la evolución arquitectónica de las fachadas, desde los Zigurat hechos con ladrillos de adobe secados al sol en el año 3.000 A.C., pasando por las piedras escuadradas utilizadas para la gran pirámide de Keops en el año 2.500 A.C. ahora bien, teniendo una evolución en el año 550 A.C. en el templo de Artemisa hecho con mármol y empleando 127 columnas, también el coliseo Romano y tomando etapas de transición como en la construcción de la basílica de Santa Sofía en Estambul o el Palacio de Versalles decorado con vidrio arcos resaltando la época dorada del rey SOL (Luis XIV), hasta llegar al siglo XX con la propuesta de fachadas como “La casa de la cascada” de Frank Lloyd Wright, la muy famosa y celebre “Villa Savoye” de Le Corbusier como paradigma de la arquitectura o “La casa Farnsworth” de Ludwig Mies Van der Rohe quienes con su talento supieron llevar a otro nivel la arquitectura y mostrarla no solo como un objeto funcional, también como un objeto estético que hace parte de los rasgos sociales de una civilización.

No obstante, la evolución continuo, y a finales del siglo XX encontramos fachadas con formas “futuristas” como el famoso museo “Guggenheim” de Bilbao de Frank Gehry quien transmite curvas en sus diseños tal como lo hizo en el “Walt Disney Concert Hall” en Los Ángeles USA.

Grandes maestros del nuevo milenio hicieron un aporte a las fachadas inspirados en la globalización, la tecnología, la robótica y todo lo relacionado con el futuro que depara a la humanidad.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Una muestra de lo anterior son los grandes diseños de arquitectos como Santiago Calatrava con su “Turning Torso” en Malmo (Suecia) donde se puede apreciar una estructura con su fachada en un efecto de “torsión” o “La ciudad de la ciencias y las artes” en Valencia (España) que evoca a una ciudad sacada de una película de ciencia ficción. Dentro de todo esto, también es de resaltar los materiales empleados en estos trabajos, un ejemplo de notables cambios en el uso de materiales convencionales al ladrillo, concreto o acero para determinar una fachada, es el uso del llamativo polímero termoplástico Etileno-Tetrafluoroetileno o también conocido como ETFE empleado para la fachada del estadio “Allianz Arena” o “Arena de Munich” donde hace las veces de local el FC Bayern Munchen o el nuevo estadio de “San Mames” donde juega el Athletic Club de Bilbao.

En 5.000 años se ha registrado una particular tendencia a evolucionar, no solo arquitectónicamente hablando, en todos los aspectos de la vida del hombre se ha manifestado esta necesidad impetuosa de avanzar.

Estado del Arte

En esta parte de la investigación se ha tomado como punto de partida 3 aspectos fundamentales en la recopilación de la información necesaria para desarrollar un análisis del tema en cuestión, empezando por un marco teórico, un marco conceptual y un marco legal.

Marco Teórico

A partir de este punto podemos decir que los documentos en los que se ha basado esta investigación están constituidos en tesis de grados para optar a título de Magister o Doctor en otros casos, sin embargo, dichos trabajos han explorado e indagado más en el uso de fachadas ventiladas, cosa que hasta ahora empieza a tomar una relevancia de mayor trascendencia en la construcción.

Un claro ejemplo es la tesis realizada por Anouch Adjemian Oria titulada “LA EVOLUCIÓN DE LAS FACHADAS VENTILADAS, NUEVOS MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS” dicho documento nos hace una referencia clara de como ha venido progresando la fachada ventilada, su uso de protección de la segunda piel de la edificación y los beneficios que trae el uso de la misma, es un documento que realza la importancia de usar fachada ventilada no solo en las nuevas edificaciones también en las antiguas como parte de la rehabilitación y el ahorro. A esto se le debe añadir que no cumple ninguna función estructural y solo debe soportar su propio peso, algo muy alentador en el diseño. En este documento se puede observar como se ha asociado la fachada aislada a la prefabricación desde tiempos del imperio romano donde “Se usaron prefabricados, como las placas cuadradas, de 80 cm de lado y 4 o 5 cm de espesor, usadas como capiteles sobre las columnas cilíndricas” (Oria, 2011, pág. 18) y como propuesta para este trabajo se toma en cuenta la necesidad de la fachada ventilada “Ante las crecientes exigencias de calidad que se le piden a la fachada, surge la fachada ventilada como respuesta al agotamiento en la evolución a la convencional” (Oria, 2011, pág. 37) y además la necesidad de crear nuevos diseños en “La utilización de paneles independientes para el revestimiento permite una gran versatilidad en el diseño gracias a la gran variedad de acabados que ofrece, tanto en la amplia gama de colores, como en diversidad de materiales y texturas” (Oria, 2011, pág. 39)

Pero no solo por los aspectos constructivos que involucren cargas y demás cuestiones, existen ítems de relevancia como los consumos energéticos en las edificaciones y es ahí

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

donde se hace referencia a la tesis doctoral de Emanuela Giancola titulada “ EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE UNA FACHADA VENTILADA DE JUNTAS ABIERTAS” un documento que se enfoca en las reacciones de la fachada respecto a los movimientos energéticos que en si en los procesos constructivos, sin embargo, da a entender por qué es importante una fachada ventilada respecto a los costes económicos y energéticos y que implicaría usar otra envolvente. Y es precisamente como lo expone el autor mencionado en su tesis doctoral “El consumo energéticos de la edificación tiene un peso importante en el computo total del gasto de energía y sigue aumentando dia a dia, esto es debido, entre otras causas, a la carencia de cultura medioambiental de la sociedad”. (Giancola, 2010, pág. 16)

Es una consideración importante para las envolventes de las edificaciones, desde luego estas connotaciones han tenido mas relevancia en los paises del primer mundo, donde la calidad de vida se prioriza y se tiene más en cuenta la comodidad y el estilo de vida sin dejar de lado la cultura y la educación hacia el medio ambiente. “Por estas razones desde hace décadas ha emergido un interés creciente por promover la eficiencia energética en el sector de la edificación, desarrollando y difuendiendo la utilización de las técnicas solares pasivas y activas para su acondicionamiento térmico”. (Giancola, 2010, pág. 21). Sin embargo, las fachadas ventiladas aun son objeto de análisis de mayor rigor y exploración puesto que son “sistemas que aun estan siendo caracterizados, que permiten múltiples configuraciones, y que ya estan siendo incluidas en el diseño de edificios de nueva construcción” (Giancola, 2010, pág. 24)

Continuando por la misma linea, esta la tesis de Crstina Pardal March sobre “ LA HOJA INTERIOR DE LA FACHADA VENTILADA, ANÁLISIS, TAXONOMÍA Y PROSPECTIVA”. Esta tesis hace una referencia mucho más diagnosticada y clasificada unos aspectos de la fachada ventilada, la tesis de Carlos Miquel Zurita tomo aspectos de esta tesis para referenciarlos en su trabajo. Dicho sea de paso que el anterior parrafo tiene concordancia con “La fachada ventilada supone grandes ventajas respecto a lo convencional, pero aun no ha llegado a su óptimo desarrollo. Estamos en un punto intermedio del proceso evolutivo. Solo a partir de una concepción global del sistema se puede llegar a su optimización” (March, 2009, pág. 9). Las fachadas ventiladas son una gran opción por todo lo que albergan, llamese, diseño, estetica, funcionalidad pero por su etapa de desarrollo y exploración aun se encuentra

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

lejos del alcance de muchos que quisieran implementarlas en sus obras. Como en todos los sistemas de fachada ventilada los cuales no hacen parte del sistema estructural y se limitan en dos funciones “La capacidad de soportar el peso propio de la fachada y la acción del viento es el requerimiento que comparten todas las propuestas del panel” (March, 2009, pág. 27)

Ahora bien, para acentuar mucho más en la cuestión energética y la función de la cavidad entre las dos pieles esta la tesis de Carlos Miquel Zurita titulada “LA INTERFASE HUECO-MACIZO EN FACHADAS VENTILADAS DE HOJA INTERIOR LIGERA” donde realza el aspecto idóneo de realizar cada vez más construcciones en seco y ligeras, también expresa claramente una preocupación por la poca implementación del sistema de fachadas ventiladas en construcciones más pequeñas o “informales” y como a largo plazo el hecho de no usarlas acarreará problemas variados como ambientales, energéticos y económicos. Es por eso que “Toda tarea resulta económicamente más rentable cuanto menos tiempo se emplea en terminarla” (Zurita, 2011, pág. 12) Este es uno de los factores fundamentales en esta investigación, tal y como lo expuso (March, 2009, pág. 27) también Zurita lo afirma “No hay ninguna exigencia específica, más allá de que el elemento constructivo debe ser capaz de soportarse a sí mismo” (Zurita, 2011, pág. 15)

Ahora desde una perspectiva diferente a las de las tesis anteriores y tomando en cuenta documentos que tratan sobre el tema de la fachada ventilada de una manera técnica, con observaciones puntuales, se ha utilizado la “GUÍA DE EJECUCIÓN DE FACHADAS VENTILADAS CON PRODUCTOS AISLANTES DE POLIURETANO” de la Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido la cual se basa en el C.T.E. para determinar sus condiciones de instalación y mantenimiento, así mismo, ventajas y proyecciones que tiene este fenómeno.

Una de las condiciones que se plantea es la del aislamiento a utilizar entre las dos pieles y requerimientos en edificaciones de más de 18 m de altura, todo esto bajo las normativas correspondientes y además, aclarando aspectos energéticos y de posibles acabados “El revestimiento exterior puede ser de piedra, cerámica, hormigón, madera, metal, composites, placas fotovoltaicas, etc.” (Rígido, 2014, pág. 7) Un aval importante en la realización a póstumo de este proyecto.

Claro que para tener un acercamiento básico y a la vez contundente se ha tomado en cuenta un manual básico titulado “FACHADAS VENTILADAS Y APLACADOS.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

REQUISITOS CONSTRUCTIVOS Y ESTANQUEIDAD” de la autoría de Eduardo Montero Fernández de Bobadilla, este documento es idóneo para todos aquellos que deseen tener un primer acercamiento a la fachada ventilada, sus orígenes, el porqué del sistema, ventajas y problemas, los materiales en potencia y una normativa aplicable. De este punto se toma en cuenta que “La fachada ventilada se ejecuta colocando piezas delgadas de piedra, cerámica u otros materiales, sujetas al soporte mediante anclajes metálicos situados en posición vista u oculta” (Bobadilla, 2007, pág. 10), paso importante en el desarrollo de una propuesta con otra llamativa significación “Tiene un coste económico elevado” (Bobadilla, 2007, pág. 15)

Por otra parte, dentro del marco teórico esta lo relacionado a la Prefabricación y el concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC) y el tetra Pak en la construcción.

Dicho lo anterior se ha tomado referenciado una tesis hecha por Juan Francisco Sánchez Hurtado titulada “PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN EN FACHADAS” donde menciona algunas características de la prefabricación tales como rapidez en ejecuciones, durabilidad, aislamientos, variedad en acabados, reducción de oficios entre otros. Así mismo menciona cuestiones en procesos constructivos e instalación de elementos.

Por tanto, “La prefabricación de paneles de fachada ha evolucionado de forma importante y al mismo tiempo ha discurrido por caminos muy diferentes” (Hurtado, 2010, pág. 12). Este fenómeno ha permitido realizar variaciones en formas y también en pesos y cabe aclarar que se ha pensado más en la idea de que “La industrialización del hormigón así como el desarrollo de nuevas técnicas constructivas, han contribuido a transformar nuestra sociedad” (Hurtado, 2010, pág. 12). Pautas importantes en el desarrollo y planteamiento de una propuesta que involucre directamente la prefabricación con elementos previamente mencionados como el concreto aplicados a una fachada aislada, y es que “El hormigón es el material más común en la fabricación de paneles de fachadas” (Hurtado, 2010, pág. 14)

Es acá donde se relaciona más a fondo con otros autores, un claro ejemplo sería el libro de PREFABRICACIÓN I y PREFABRICACIÓN II de Walter Meyer-Rohe donde explica procesos, de construcción con piezas prefabricadas y todos los beneficios que tienen estas en su elaboración y póstumo ejecución, “Por medio de la prefabricación se logran plazos de ejecución que hasta ahora eran imposibles de lograr” (Meyer-Bohe, PREFABRICACION , 1967, pág. 21) Algo que resulta muy importante si se tiene la visual de ahorrar, además, “En la

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

construcción de fachadas, los elementos portantes se han ido haciendo de sección cada vez más reducida y al mismo tiempo se han ido acentuando cada vez más la separación entre la envoltura exterior de cierre y el esqueleto” (Meyer-Bohe, PREFABRICACION , 1967, pág. 70) aspecto que se debe tomar en cuenta para las dilataciones en una fachada.

Analizando un poco la factibilidad comercial y el aumento en la demanda de la prefabricación, se consultó la tesis de Juan Pablo López Montoya titulada “ESTUDIO DEL MERCADO DE LOS PREFABRICADOS EN COLOMBIA FRENTE AL MERCADO MUNDIAL” donde menciona cómo ha evolucionado el uso de los prefabricados y que tendencia marcará a un futuro cercano. El uso de elementos prefabricados añade a las obras grandes ventajas, no solo por la “facilidad” en la ejecución sino por el dominio y las entregas en los plazos estipulados, de esta manera ayuda a optimizar y avanzar en los procesos. Para este estudio de fachadas “Los productores de concreto prefabricado han puesto al alcance de constructores y arquitectos, piezas de concreto arquitectónico, que dotan a la edificaciones residenciales y comerciales, de una identidad propia con los diferentes acabados” (Montoya, 2013, pág. 6). Es importante empezar a resaltar la prefabricación para elementos de fachada y su relevancia en el mercado sin embargo, “En Colombia solo se encuentra la empresa TITAN, la cual se ha expandido a Panamá y Perú.” (Montoya, 2013, pág. 38), Incentivar la prefabricación proporcionara ores resultados para la construcción.

Además, una tesis muy interesante donde se relacionan aspectos como la prefabricación y hormigón de gran calidad también sirvió de apoyo, esta fue elaborada por Ricardo Javier Santana Rodríguez titulada “PANELES PREFABRICADOS PARA FACHADA CON HORMIGÓN DE ALTAS PRESTACIONES” resaltando las propiedades que tiene el hormigón en el uso de cerramientos y desde luego asociarlos a lo anteriormente expuesto como prefabricación y es que “La prefabricación parece constituir el futuro de los sistemas de construcción. No nos referimos necesariamente a la prefabricación integral, pero si al menos a la ejecución de elementos prefabricados que posteriormente se montan y combinan con la construcción in situ” (Rodriguez R. J., 2006, pág. 3)

“EL PANEL PREFABRICADO COMO MATERIAL DE CERRAMIENTO EN FACHADAS” es un informe de pasantía hecho por José Antonio García Moreno el cual hace hincapié en el uso de los paneles para fachadas, este documento trata de un estudio de caso y

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

se enfoca en ese aspecto en especial, como plantear unos paneles en Venezuela haciendo un análisis de las necesidades y comparando con productos que son convencionales en el uso de las fachadas. Para el proceso de prefabricación es importante tener en cuenta los estándares de medidas relacionados en el mercado “Con el fin de optimizar el uso del material, se recomienda emplear un módulo múltiplo de las medidas estándar de las láminas (1.22m x 2.44m) (Moreno, 2012, pág. 34), estas medidas han jugado un papel importante para el desarrollo de una propuesta que se basara en múltiplos de las mismas.

Un artículo de la revista Noticreto titulado “APLICACIONES NOVEDOSAS: PANELES PREFABRICADOS DE CONCRETO” plantea, corrobora y avala el uso de la prefabricación como una alternativa optima en la búsqueda de resultados óptimos en la construcción actual, cabe aclarar que la exigencia es de mejorar tiempos y rendimientos y a la vez ofrecer productos de calidad en búsqueda de certificaciones internacionales. Manejar el ambito constructivo elementos que puedan ser manoportables le da ventajas a la ejecución de la obra “Debido a su bajo peso y fácil manejo, estos paneles tienen una certera utilización en la construcción de fachadas” (Noticreto, APLICACIONES NOVEDOSAS: PANELES PREFABRICADOS DE CONCRETO, 2012, pág. 37)

Ahora bien, otro aspecto a realzar en este marco teórico es el empleo de la fibra de vidrio como refuerzo del concreto, y una base para esto es la monografía titulada “HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO” por los alumnos Maximiliano Follis, Juan Pablo Lubari, Mariana Nicolai y Osvaldo Pepe, en esta monografía se da a conocer las ventajas que tiene el concreto al reforzarse con filamentos de fibra, como por ejemplo, la desaparición de las fisuras y la alta resistencia que este adopta y además una muestra del proceso de fabricación, se debe tener en cuenta que “La cantidad de vidrio en forma de fibras es muy importante desde el punto de vista de la resistencia” (Maximiliano Follis, 2002, pág. 11) y “Se ha de prestar mucha atención a la consecución de las condiciones óptimas de curado del GRC para garantizar de esta forma los niveles de resistencia adecuados” (Maximiliano Follis, 2002, pág. 13)

Un artículo de la empresa Sika sobre “CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO” también avala y sustenta el uso de este material para el proyecto planteado en esta investigación, el respaldo que tiene el GRC cada vez es mayor y se perfila como uno de los

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

estándares en la tecnología de la construcción, ahora bien, también toca el tema de la prefabricación, como si estas pautas “estuviesen de la mano”. “La fisuración del concreto es un fenómeno indeseable cuyas causas van desde variaciones en la composición del material, hasta efectos de cambios térmicos” (SIKA, 2012, pág. 4) se debe prestar atención a estos fenómenos en la experimentación con GRC y “Para elementos prefabricados cuyas dimensiones y espesores están optimizadas, las fibras han sido desde la década de los setenta un elemento común” (SIKA, 2012, pág. 17)

De nuevo la revista Noticreto aparece en la escena con un artículo sobre la fibra de vidrio, al igual que los párrafos anteriores hace una descripción del material, examina unos antecedentes del mismo y unas ventajas que trae usarlo, “El GRC es un material de gran ductilidad, alta resistencia a la flexión y tracción, debido a las propiedades mecánicas de la fibra de vidrio” (Noticreto, AVANCES EN LA PREFABRICACION: LAS FIBRAS DE VIDRIO COMO REFUERZO DEL CONCRETO EN FACHADAS, 2013, pág. 3)

Desde luego el tetra Pak como material importante para el desarrollo de un producto en esta investigación, el que proporciona un acabado y textura, aparte de reutilizarse en ámbitos ecologistas, pero no solo se ha utilizado los residuos de envases multicapas para generar aglomerados, en el ámbito constructivo se le ha otorgado un uso particular, cabe señalar que en Oaxaca México, en el año 2012 se desarrolló un programa para construir pequeñas viviendas a bajo costo tomando como ingrediente principal el tetra Pak y los envases PET, estas viviendas iban dirigidas a comunidades indígenas que vivían en unas condiciones de pobreza muy alta. En Brasil se ha utilizado el tetra Pak para hacer acabados como cielo rasos y en Colombia y Chile para elaborar tejas.

Expuesta esta situación, surgen las dudas de ¿En qué condiciones es posible crear unos prefabricados para fachadas ventiladas que puedan tener una diversidad en su presentación, acabado y con el uso de materiales reciclados y reutilizados para su elaboración?

Además... ¿En qué medida se puede generar prefabricados de concreto para fachadas ventiladas que emule los resultados de empresas que realizan estos elementos y qué ventaja tendría dejar de hacer uso de los productos de dichas empresas?

Sin lugar a dudas, es un problema el cual ha sido subestimado por compradores quienes se han “resignado” a prescindir del uso de una fachada ventilada por los elevados

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

costos, sin embargo, esta investigación quiere resaltar la existencia de esta problemática y generar una solución tomando unos ítems de apoyo partiendo de una solución técnica.

Por tal motivo, es necesario emplear materiales alternativos a la madera, plásticos y demás para obtener un producto que pueda satisfacer las necesidades de pequeños y medianos constructores. Además de lo expuesto anteriormente también se tiene en cuenta, desperdicios producidos en el desencofrado, daños en los acabados por el desencofrado, situación ambiental en el proceso de biodegradación y problemas en la salud por el uso de estos materiales.

Por supuesto que surgen más preguntas en torno al tema, y son precisamente estas las que generan solución a lo previamente expuesto y estas son:

¿Qué tan económico podría ser para el usuario final el uso de los prefabricados en concreto para fachadas ventiladas?

¿Es posible diseñar unos prefabricados en concreto para fachadas ventiladas utilizando elementos reciclados?

En este documento, como se ha mencionado anteriormente, se quiere buscar una alternativa a todas esas opciones existentes en el mercado y es por eso que se quiere diseñar un prefabricado de concreto para fachadas ventiladas con una amplia gama de acabados utilizando como materia prima el tetra Pak aprovechando el reciclado y reutilización de este elemento, a un costo mucho menor, con un enfoque dirigido a cualquier usuario que desee hacer uso del producto.

Además, se plantea que se desea optimizar y ampliar los acabados de los prefabricados de concreto para fachadas ventiladas por medio de la reutilización del tetra Pak, gracias a las propiedades del polietileno y el aluminio, se obtiene un acabado deseado.

Disminuir costos con el uso del molde teniendo en cuenta que es un material reciclado y aglomerado que se puede usar reiteradas ocasiones para la fabricación de los elementos en concreto para fachadas ventiladas.

Reciclar y reutilizar un producto como el tetra Pak en un ámbito tan complejo y contaminante como lo es la construcción para así contribuir con el hábitat ecológico y salud, de esta manera generar menos desperdicios.

Ante esta situación, salieron a la luz unas interrogantes que a póstumo condicionarían la trayectoria o enfoque que tendría finalmente este documento, se recorrió un camino de

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

experimentación para descubrir las ventajas que tendría el usar un material como el tetra Pak usándolo para darle un acabado al concreto.

Marco Conceptual

Para iniciar esta investigación con un sentido común es preciso tener claros algunos conceptos, es preciso partir de este punto diciendo:

fachada ventilada.

Es un sistema constructivo que consta de un cerramiento exterior constituido por una lámina o piel, es un tipo de fachada que permite acabados duraderos con gran calidad, con grandes prestaciones térmicas, PERO, con un elevado precio. (Ver imágenes 1 y 2)

IMAGEN 2 Ejemplo Fachada Ventilada



Fuente: archiexpo.com

IMAGEN 1 Estructura Fachada Ventilada



Fuente: aparejadoraencoruna.com

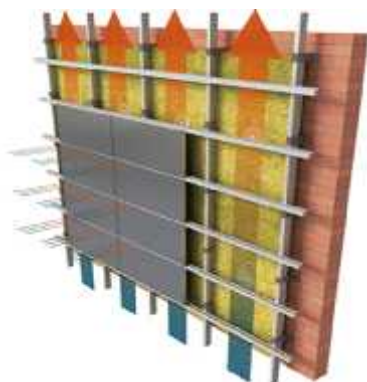
Algunos ejemplos de fachadas ventiladas y el acabado que ofrecen como texturas lisas y brillantes o blancas con un tono mate, los arquitectos, constructores e instaladores dominan este tipo de cerramientos, pero, para la comunidad en general sigue siendo un misterio, un gran desconocido.

Sobre la fachada del edificio se ancla una subestructura metálica cuya labor es soportar la hoja exterior de acabado, la subestructura deja una cámara de aire de unos pocos centímetros, las juntas entre estas placas son abiertas, permitiendo el flujo de aire y todo esto es ¿Para qué?

Las juntas evitan los problemas típicos de la dilatación, son fachadas que presentan un buen aspecto durante mucho tiempo, la hoja exterior amortigua cambios de temperatura, ayuda a reducir las pérdidas térmicas del edificio. (Ver Imágenes 3 y 4)

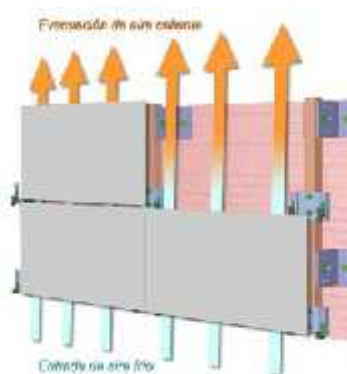
PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

IMAGEN 4 Estructura Fachada 2



Fuente: rockwool.es

IMAGEN 3 Efecto Chimenea



Fuente: arkigrafico.com

Gracias al “efecto chimenea”, desaloja el aire caliente y lo renueva con aire mas frío, se autolimpia con el agua de lluvia, muy llamativo y dinámico en su uso y trabajo.

Algunas ventajas que produce tener fachada ventilada son:

Reducción en los movimientos de las estructuras de los edificios, ya que estas no sufren las variaciones de temperatura exterior y las posibles dilataciones de las mismas.

La colocación de la fachada se realizará en “seco” para impedir que los cambios atmosféricos afecten la estructura del edificio una vez colocada, protección frente al agua, protección solar y acústica, su principal característica es crear una cámara de aire en movimiento entre la pared revestida y el paramento exterior de revestimiento; este tipo de fachadas garantiza una reducción considerable en las transmisiones térmicas, tanto en épocas cálidas como frías, contribuyendo así a la viabilidad estética, energética y ecológica de la edificación.

envase tetra pak.

Es un envase producido por la multinacional tetra Pak utilizado para el envasado y almacenamiento de bebidas, dichas bebidas se conservan intactas y en su estado puro por prolongados lapsos (Ver imagen 6) conocidos mundialmente, han adquirido fama por su calidad y políticas, no obstante, en algunos casos se ha considerado un problema en su reciclaje y reutilización, puesto que la separación de sus 6 capas (1 de cartón, 1 de aluminio y 4 de polietileno, Ver imagen 5) ha resultado un problema muy significativo en el medio ambiente.

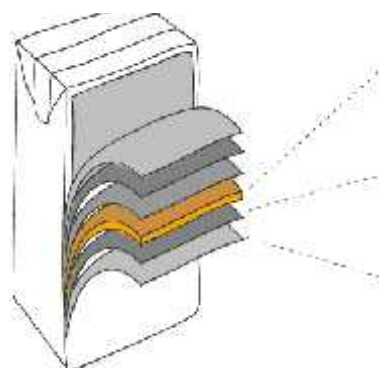
PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

IMAGEN 6 Envases Tetra Pak



Fuente: climafriendly.com

IMAGEN 5 Envase Multicapas



Fuente: recicloenvase.es

Con grandes propiedades de aislamiento térmico, resistencia a la humedad, a los impactos, a los hongos y no genera llama es un material el cual se le está desaprovechando, el crecimiento de desechos de tetra Pak ha venido en un claro crecimiento, solamente en Bogotá se producen 1.085 ton/mes de las cuales solo se recupera un 25 % el resto queda en rellenos sanitarios y demás. (Riorion, 2015). La empresa RIORION S.A. ha tomado “cartas en el asunto” y ha trabajado este material produciendo una lámina llamada “Ecoplak” (Ver fotografía 1) un aglomerado muy resistente.

Fotografía 1 Lámina Ecoplak



Fuente: Autores, 2016

Lamina Ecoplak de
1.22m x 2.44m x 0,04m,
lista para su póstumo
uso.

Con grandes cualidades, no absorbe humedad, durable, libre de resinas, termo formable, se deja trabajar en distintas superficies, es de todo esto que nace la inspiración para utilizar esta lámina para hacer un molde y diseñar los prefabricados en concreto (Ver fotografía 2).

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 2 Molde



Fuente: Autores, 2016

Molde experimental
diseñado con la lámina
Ecoplak

Este molde tuvo unas condiciones específicas al utilizarse en los cantos unos refuerzos con madera aglomerada, solo como experimentación, a postumo, esto sería reemplazado.

prefabricado.

Se le conoce como prefabricado a aquel elemento que se debe armar a partir de unas piezas que ya han sido terminadas en otro lugar, sin embargo, el armado final se realiza en un punto determinado. Es un adjetivo asociado a la construcción el cual se vincula a la edificación en sí por su facilidad y rendimiento.

Las ponencias dadas por el Arq. Luis Guillermo Peláez y la Arq. Maribel Torres en el 4to Seminario Internacional en Construcciones Arquitectónicas “SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS” organizado por la Universidad La Gran Colombia, incentivó a este proyecto para adaptar y buscar más información relacionada con el concreto reforzado con fibra de vidrio.

grc glass fiber reinforced concrete.

Conocido por sus siglas en inglés *GRC Glass Fiber Reinforced Concrete* o su traducción Concreto Reforzado con Fibra De Vidrio, es un material que se ha adaptado para suplir las necesidades a tracción del concreto y así evitar el uso del refuerzo en acero que lo hace mucho más pesado, su uso está ligado a la prefabricación.

Cada vez es más notorio el uso de la fibra de vidrio para el concreto como refuerzo y es que además de brindarle grandes propiedades, le permite ser más ligero, algo invaluable tanto para arquitectos, ingenieros y constructores que buscan menos peso en sus edificaciones pero que de igual manera sigan siendo funcionales.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

PRETECSA también ha hecho un reportaje sobre la fibra de vidrio en los prefabricados., “Cuenta con ventajas importantes para su uso en fachadas prefabricadas” (PRETECSA, 2007, pág. 24)

Ahora yendo de una manera más profunda y relacionando todo lo previamente expuesto es importante tener en cuenta la ventaja que se presenta al usar una fachada ventilada y el desuso que genera la misma en la dependencia de tipos de aire acondicionado, estos consumos energéticos se verán reducidos pasando de un problema de gran notoriedad a uno menor, puesto que no marcaran la misma tendencia que en sus antiguos indicadores donde se expresaba el gran desperdicio de energía.

Es por esto que se debe aprovechar al máximo estas ventajas no solo las que mencionan el Arq. Peláez o la Arq. Torres también las que menciona el Ing. López en su tesis haciendo alusión a lo que aporta estéticamente un prefabricado para la edificación, de igual manera coincide el Ing. López en el uso de la fibra de vidrio como refuerzo, sin embargo, se debe tener en cuenta la tendencia del producto prefabricado a nivel comercial y es que la misma ha venido en un notorio crecimiento no solo a nivel nacional sino mundial, el uso de prefabricados en Colombia cada vez adquiere más popularidad y se destina más cemento para la prefabricación que para fundir elementos “in situ”.

Y es que precisamente las ventajas que presenta traer elementos prefabricados a obra le proporciona unos rendimientos significativos y estos se reflejan en tiempos de entrega, ejecuciones y en las diferentes programaciones que se hagan para las obras, desde luego que los sistemas industrializados son los que tienen una mayor tendencia en este sentido, puesto que la prefabricación y la industrialización tienen una estrecha relación, sin embargo, en el contexto colombiano, la prefabricación no tiene la misma notoriedad en Latinoamérica que en países con un desarrollo más amplio tanto a nivel tecnológico como social, puesto que la industrialización tiene poca relevancia y se le asocia a conceptos como el de “vivienda insegura” por el hecho de ser liviana se cree “débil” o “frágil”, pero es de aclarar que una variable no tiene nada que ver con la otra, por el contrario, hacer una construcción liviana, rápida son precisamente las señales de industrialización.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

TABLA 1 Canal prefabricados



Fuente: López, 2013

Claramente se observa un crecimiento en el despacho de cemento con destino a la prefabricación, desde Mayo de 2011 se elevó significativamente de 15.000 Ton a 25.000 Ton en 2013.

En el periodo comprendido entre los años 2009 y 2012 ha tenido un notable crecimiento el despacho de cemento para elementos prefabricados tal y como lo indica la tabla (1) en comparación con otros canales de distribución como lo muestra la tabla (2)

Desde luego, esto no quiere decir que todo el cemento se destinara para este medio (prefabricación) puesto que en la construcción hay variables de notable importancia que aún requieren manejarse directamente en obra, lo ideal sería tener una connotación más amplia en este sentido.

Ahora bien “En el campo de las edificaciones, vemos que se ha avanzado en prefabricados más delgados y livianos, con el uso de GRC, concreto reforzado con fibra de vidrio, los cuales se vienen usando como recubrimiento de fachadas y muros divisorios” (Montoya, 2013, pág. 40)

Pero “Uno de los inconvenientes que se han encontrado en la industria colombiana, es el transporte e izaje de estos elementos, ya que por sus pesos y dimensiones se necesitan máquinas de gran capacidad” (Montoya, 2013, pág. 40)

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

TABLA 2 Canales de distribución

Año	Mes	Concreteras	Comercialización	Constructores y contratistas	Fibrocemento	Prefabricados	Otros ¹	Total
2009	abr-09	116.602	406.388	119.278	12.666	17.165	8.562	676.661
	may-09	121.007	413.063	125.680	13.851	15.490	6.864	695.755
	jun-09	119.887	370.383	110.851	12.602	15.761	5.915	635.399
	jul-09	128.727	441.850	128.709	16.466	17.474	8.738	741.964
	ago-09	118.969	428.980	114.507	14.223	16.140	7.581	700.400
	sep-09	140.034	423.709	123.322	13.983	16.992	7.147	725.188
	oct-09	134.772	435.983	122.846	14.359	16.053	7.446	731.459
	nov-09	125.389	438.113	114.914	13.752	15.779	8.728	716.676
	dic-09	127.003	444.194	94.693	11.516	15.432	8.808	701.445
2010	ene-10	112.067	414.475	100.936	13.181	15.566	5.474	661.697
	feb-10	122.759	436.462	110.986	17.680	17.429	6.293	711.608
	mar-10	134.051	461.855	123.759	16.337	17.666	7.849	761.517
	abr-10	118.338	418.516	111.778	14.775	16.192	6.465	686.065
	may-10	132.895	468.049	115.164	17.033	15.363	7.114	755.619
	jun-10	136.972	424.895	112.101	14.223	14.428	6.303	708.922
	jul-10	143.391	459.118	114.763	14.794	15.277	6.725	754.068
	ago-10	144.011	449.061	116.929	14.147	16.342	9.430	749.921
	sep-10	150.779	468.512	115.492	16.298	18.352	8.046	777.479
	oct-10	158.239	485.269	113.483	15.646	16.862	5.638	795.136
	nov-10	145.039	504.455	111.933	15.845	16.640	5.220	799.131
	dic-10	133.532	501.102	92.030	11.788	15.624	6.145	760.220
2011	ene-11	136.343	451.916	105.509	18.270	14.366	10.498	736.902
	feb-11	153.751	436.081	101.475	16.317	14.068	4.728	726.419
	mar-11	179.287	567.066	123.187	20.059	18.244	6.846	914.688
	abr-11	164.059	472.871	105.029	13.844	15.064	5.959	776.826
	may-11	184.051	520.236	123.157	16.154	19.062	7.518	870.178
	jun-11	173.712	452.761	116.363	17.361	17.473	8.838	786.508
	jul-11	183.912	499.637	125.392	15.023	20.169	7.596	851.729
	ago-11	192.728	530.467	147.494	14.308	23.060	8.494	916.551
	sep-11	193.093	531.580	149.320	12.549	23.724	7.783	918.049
	oct-11	182.093	523.676	136.287	13.711	23.870	8.072	887.709
	nov-11	175.881	521.919	141.370	12.545	24.200	8.914	885.830
	dic-11	170.040	540.509	120.051	11.770	22.055	10.509	803.854
2012	ene-12	187.426	470.000	136.290	14.366	24.206	9.006	823.284
	feb-12	183.799	454.248	156.314	15.562	25.269	9.423	845.615
	mar-12	203.904	516.135	172.700	10.610	25.255	9.725	950.450
	abr-12	173.680	435.422	136.718	13.103	22.356	7.960	789.512
	may-12	203.166	479.829	166.544	15.902	24.943	9.286	904.691
	jun-12	202.005	400.509	102.209	14.416	22.487	9.175	079.220
	jul-12	199.361	462.079	167.330	14.289	20.376	11.180	878.633
	ago-12	205.134	483.669	166.501	14.044	23.006	11.109	905.463
	sep-12	193.102	445.509	107.060	15.965	24.006	10.085	002.747

Fuente: López, 2013

Es por esto que el uso del prefabricado tiene más preponderancia en la escena constructiva actual y seguirá creciendo con el paso del tiempo, otra de las razones para emplear este método en el producto a desarrollar en este documento.

Marco Legal

El título C “Concreto Estructural” de la Norma Sismo-Resistente 2010 habla sobre todas las condiciones que se debe tomar en cuenta en el momento de trabajar elementos en este material *C.1.3.1*. “Las construcciones en concreto deben ser inspeccionadas de acuerdo al título I de la NSR-10. Las construcciones de concreto deben ser inspeccionadas durante todas las etapas de la obra” (Resistentes, Título C Concreto Estructural, 2010, pág. 8) de esta manera

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

es importante tener en cuenta que a la hora de trabajar este tipo de elementos en concreto se debe requerir la presencia de un profesional capacitado para mantener los requisitos a cabal.

Algunas de las recomendaciones que se deben tener son las temperaturas como lo indica el parágrafo C.1.3.3 “Cuando la temperatura ambiente sea menor que 4 °C o mayor que 35 °C debe llevarse un registro de las temperaturas del concreto y de la protección dada al concreto durante su colocación y curado” (Resistentes, Título C Concreto Estructural, 2010, pág. 10), la protección y supervisión es muy importante para lograr concretos de óptima calidad con los estándares requeridos.

Un paso importante en dicha calidad se logra siguiendo el parágrafo C.3.7.1. Y C.3.7.2. Los cuales indican una estricta relación entre almacenamiento y el cuidado del cemento para evitar contaminaciones. Este cemento debe cumplir con las especificaciones de la NTC- 321 y lo correspondiente a la NTC-121, aparte de la tabla 14.2.14.

TABLA 3 Características de resistencia del cemento

CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA DEL CEMENTO SEGÚN NORMA NTC-12	
A la compresión 1 día (kg/cm ²)	No especifica
A la compresión 3 días (kg/cm ²)	Mínimo 80
A la compresión 7 días (kg/cm ²)	Mínimo 150
A la compresión 28 (kg/cm ²)	Mínimo 240

Fuente: idrd.gov.co/ntc-12

En la anterior tabla se muestra claramente la resistencia que debe adquirir el concreto de acuerdo a una variable de tiempo, en este caso es en días.

La NSR-10 en el título C determina que la resistencia de los elementos no estructurales hechos en concreto debe ser de 17 MPa o 2.500 PSI de acuerdo a lo que indica el parágrafo C.5.1.1. (Resistentes, Título C Concreto Estructural, 2010, pág. 67)

Para un curado acelerado en Concretos Prefabricados se recomienda aplicar la sección C.5.11.3. “El concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10 °C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días de colocación” (Resistentes, Título C Concreto Estructural, 2010, pág. 83). La guía que ofrece la sección C.7.7.3. “Concreto prefabricado, fabricado bajo condiciones de planta” muestra unas consideraciones

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

en los refuerzos y otros aspectos de la industria. El capítulo más importante en el Título C de la NSR-10 es sin duda el C.16 “Concreto Prefabricado” en este se abarca temas como el diseño de prefabricados y su incorporación a un sistema estructural, además, Se debe utilizar agua clara, que sea preferiblemente apta para el consumo humano, libre de cualquier sustancia o agente contaminante que pueda llegar a causar algún deterioro o perjudicar la estabilidad del concreto tal y como lo indica la NTC-3459. El título B “Cargas” de la Norma Sismo-Resistente 2010 habla sobre todas las condiciones que se debe tomar en cuenta en el momento de trabajar la cargas de los elementos para la construcción, tal y como lo indica el parágrafo B.3.2. En las masas reales de los materiales los cuales se expresan en (kg/m^3) la cual se debe multiplicar por la aceleración de la gravedad, $9,8 \text{ m/s}^2$ para finalmente obtener resultados en N/m^3 (Resistentes, Título B Cargas, 2010, pág. 9), al momento de trabajar con cualquier material, es importante conocer todos los aspecto que rodean al mismo, todas las características partiendo de la densidad del mismo, puesto que su peso específico será determinante.

TABLA 4 Masas de los materiales

Tabla B.3.2-1
Masas de los materiales

Material	Densidad (kg/m^3)	Material	Densidad (kg/m^3)
Acero	7 800	Mortero de inyección para mampostería	2 250
Agua		Mortero de pega para mampostería	2 100
Dulce	1 000	Piedra	
Marina	1 030	Caliza, mármol, cuarcita	2 700
Aluminio	2 700	Basalto, granito, gneis	2 850
Arena		Arenisca	2 200
Limpia y seca	1 410	Pizarra	2 600
Seca de río	1 700	Plomo	11 400
Baldosa cerámica	2 400	Productos bituminosos	
Bronce	8 850	Asfalto y alquitrán	1 300
Cal		Gasolina	700
Hidratada suelta	500	Grafito	2 160
Hidratada compacta	730	Parafina	900
Carbón, apilado	800	Petróleo	850
Carbón vegetal	200	Rebano de ceniza	0/1
Cemento portland, a granel	1 440	Tablones de madera aglutinada	750
Cobre	9 000	Terracota	
Concreto simple	2 300	Poros saturados	1 900
Concreto reforzado	2 400	Poros no saturados	1 150
Corcho, comprimido	250	Tierra	
Estafío	7 300	Arilla húmeda	1 750
Grava seca	1 000	Arilla seca	1 100
Hielo	920	Arilla y grava seca	1 000
Hierro		Arena y grava húmeda	1 900
Fundido	7 200	Arena y grava seca apisonada	1 750
Forjado	7 700	Arena y grava seca suelta	1 600
Latón	8 430	Limo húmedo consolidado	1 550
Madera laminada	600	Limo húmedo suelto	1 250
Madera seca	450-750	Vidrio	2 600
Mampostería de concreto	2 150	Yeso en tableros para muros	800
Mampostería de ladrillo macizo	1 850	Yeso suelto	1 150
Mampostería de piedra	2 200	Zinc en láminas enrolladas	7 200

Fuente: NSR-2010/Título B/

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Es importante tener en cuenta el parágrafo B.3.4 “Elementos no estructurales” el cual aclara y divide estos elementos en dos secciones, verticales y horizontales, estos a su vez se diferencian por la longitud de sus lados. (Resistentes, Título B Cargas, 2010, pág. 10)

El título de la B de la NSR-10 abarca aspectos muy importantes en todas las edificaciones y se trata de las cargas que presentan las edificaciones, en este caso hablamos de cargas muertas, cargas vivas, empuje de tierra y presión hidrostática, fuerzas de viento.

Para esta investigación se ha requerido indagar en dos ítems; cargas muertas y fuerzas de viento, puesto que estas dos son las dos tipologías de cargas que afectarían en el empleo de las fachadas ventiladas.

TABLA 5 Valores mínimos de carga muerta de elementos no estructurales

Tabla B.3.4.3-1
Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales
cuando no se efectúe un análisis más detallado

<i>Ocupación</i>		<i>Fachada y particiones (kN/m²) m² de área en planta</i>	<i>Afinado de piso y cubierta (kN/m²) m² de área en planta</i>	<i>Fachada y particiones (kg/m²) m² de área en planta</i>	<i>Afinado de piso y cubierta (kg/m²) m² de área en planta</i>
Reunión	Edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.	1.0	1.8	100	130
Oficinas	Particiones móviles de altura total	1.0	1.8	100	130
	Particiones fijas de mampostería	2.0	1.8	200	130
Educativos	Salones de clase	2.0	1.5	200	150
Fábricas	Industrias livianas	0.8	1.6	30	100
Institucional	Internados con atención a los residentes	2.0	1.6	200	160
	Prisiones, cárceles, reformativos y centros de detención	2.5	1.8	250	130
Comercio	Guarderías.	2.0	1.6	200	160
	Exhibición y venta de mercancías	1.5	1.4	150	140
Residencial	Fachada y particiones de mampostería.	3.0	1.6	300	160
	Fachada y particiones livianas.	2.0	1.4	200	140
Almacena- miento	Almacenamiento de materiales livianos.	1.5	1.5	150	150
Garajes	Garajes para vehículos con capacidad de hasta 2000 kg	0.2	1.0	20	100

Fuente: NSR-10/Título B/

A lo largo de la sección B.6 hay consideraciones muy importantes para las cargas de viento que se pueden aplicar en una edificación y todas las condiciones que estas requieran, edificios con alturas determinadas, edificios con aberturas, cerrados, edificios con porcentajes mayores de vanos y demás, una análisis mucho más detallado de estas consideraciones podrían dar nuevos puntos de partida en la ampliación de esta investigación.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Las fachadas ventiladas son un sistema muy nuevo, por eso la reglamentación del mismo aún se encuentra en un proceso de consolidación y es por este motivo que debemos establecer una conducta bajo un Código Técnico de Edificación español que se ha mostrado mucho más avanzado con este tema, recomendando ciertas pautas en las fachadas ventiladas.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Referentes Comerciales

En esta parte del documento se ha realizado un análisis de antecedentes registrados en el mercado actual, tanto de empresas a nivel nacional como de empresas a nivel internacional junto con un cuadro comparativo que resalta las similitudes y diferencias entre las mismas, además de las fijaciones.

Empresas Nacionales

En el mercado actual existe un sinfín de empresas que ofrecen sus productos de fachadas ventiladas entre ellas encontramos a **FIBRIT S.A.** que ha desarrollado algunas obras alrededor del país.

Algo llamativo en los productos que ofrece la empresa FIBRIT S.A es: excelente acabado arquitectónico, anclajes en acero inoxidable, bordes de dimensiones exactas, livianos y resistentes, durabilidad, no son biodegradables, espesores de 45 mm

IMAGEN 7 Fachada Fibrít



Fuente: fibrit.com

No obstante, sus anclajes se basan en puntuales, los espesores de las láminas pueden llegar a ser hasta de 45 mm, la cámara de ventilación puede ser muy reducida (30 mm aproximadamente), juntas entre elementos de 6 mm.

Fibrit S.A. es una empresa pionera en el mercado colombiano en esta clase de trabajos, esta misma se ha encargado de “abrirle camino” a otras empresas en el país.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Otra gran empresa es **TITAN EDIFICACIONES** con el desarrollo de su placa “Alveolar”, es un elemento prefabricado de concreto pretensado de cerramiento, esta empresa esta más dedicada a los prefabricados en todas sus presentaciones (vigas, muros, etc).

De igual manera empresas reconocidas en el sector de la construcción como SIKA también hacen su aparición en la escena de las fachadas ventiladas.

IMAGEN 8 Fachada Clínica



Por su parte, Titán ha trabajado en obras destacadas como la clínica Shaio

Fuente: sika.com

Algunos productos usados en esta obra fueron el limpiador sika, Imprimante sika, cinta adhesiva sika y su conocido sikaflex, los encargados de esta obra fueron Apice cubiertas y fachadas S.A

TITAN EDIFICACIONES emplea en sus productos el sistema de concreto reforzado con fibra de vidrio, reduciendo el peso y reemplazando el refuerzo para los esfuerzos a tracción en el concreto, además, de las diferentes presentaciones que ofrecen en su catálogo el cual resulta tener una amplia variedad de productos.

Sin embargo, la poca competencia de productos de fachadas aisladas o ventiladas en Colombia ha sido un punto de inflexión importante, puesto que, al tratar un tema con poco conocimiento de causa hace que sea toda una autoridad en el mercado y por ende manejar costos y precios de acuerdo a sus políticas, puesto que la “competencia” se presenta en un par de empresas.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

FORTEZZA con una experiencia de 20 años en el mercado de la construcción es otra empresa a nivel nacional que se ha encargado de entrar en el ámbito de las fachadas ventiladas, utilizando materiales como mármol, porcelanato y granito.

IMAGEN 9 Fachada Fortezza



Fortezza desplegando
su producto estrella,
revestimiento de
mármol

Fuente: fortezza.com

La utilización de estos elementos tipo importación hacen que los precios se eleven al emplear este sistema para una edificación “pequeña”, como se puede observar claramente, la fachada ventilada es usada en obras de grandes recursos económicos, donde el acceso se vuelve muy limitado para cualquier constructor.

La estética que proporcionan estos elementos realzan el valor apreciativo de la fachada, sin embargo, es urgente encontrar una alternativa a estos elementos, puesto que en una construcción pequeña será muy difícil (por no decir imposible) adquirir y emplear una fachada aislada o ventilada.

Fortezza como representante de grandes compañías importadores de mármol mantiene unos estándares de calidad muy altos, al igual que los precios que manejan, el sistema de fijación o anclaje para sus productos también se mantiene al margen, puesto que adquirir todo el sistema completo es casi una dependencia, no sería posible adquirir los productos en mármol si tener a disposición los elementos de fijación, lo cual, ejerce cierto tipo de condicionamiento.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Empresas Internacionales

A nivel internacional existen grandes compañías europeas en su mayoría españolas que han dedicado gran parte de sus investigaciones y esfuerzos a mejorar sus productos de fachadas ventiladas, algunas de esas empresas son:

ALL FACE SMART FIXING SYSTEMS es una empresa alemana.

Una de sus principales características es que sus productos son reciclables, el sistema de fachada ventilada VHF, es pionera en este movimiento.

IMAGEN 10 Fachada All Face 1



Fuente: allface.com

Este sistema de fachada aislada emplea el uso de poliuretano inyectado como parte del sistema de aislamiento termico.

IMAGEN 12 Sistema All Face



Fuente: allface.com

IMAGEN 11 All Face 2



Fuente: allface.com

Con el respaldo de la tecnología alemana, este sistema ha incursionado en el ámbito de la fachada aislada creando una tendencia de construcción de fachadas en el país teutón y extendiéndose por Europa central.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

EQUITONE es una gran empresa de Bélgica reconocida por su gran calidad y por ser muy “apetecida” entre los arquitectos por su versatilidad.

IMAGEN 14 Fachada Equitone 1



Arq. Boguslaw Wowrzeczka, Polonia

Fuente: equitone.com

IMAGEN 13 Fachada Equitone 2



Arq. Abscis, Sint-Denijs, Bélgica

Fuente: equitone.com

Con una variedad de presentaciones en sus texturas EQUITONE ofrece un producto muy destacado, con una gran calidad no solo en la presentación también en sus fijaciones, algunas texturas corrugadas y otras ásperas hacen parte del catálogo de Equitone (Ver imágenes 15 y 16)

IMAGEN 16 Texturas Equitone 1



Fuente: equitone.com

IMAGEN 15 Texturas Equitone 2



Fuente: equitone.com

Y no solo las texturas variadas, también una selectiva opción de colores hacen parte del catálogo que ofrece esta reconocida empresa.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

LEVANTINA es una empresa española ubicada en Madrid, especializados en el uso de piedra natural, disponen del manejo de canteras para abastecer cualquier proyecto sin importar su envergadura, líderes del mercado de reserva de mármol.

Algunas de las características de la piedra natural son:

Versatilidad: Una amplia gama de materiales que se ponen a la disposición de arquitectos.

Original: Cada tabla es única e inigualable, y por eso confiere originalidad a los proyectos en los que se utiliza.

Resistencia: Sus características intrínsecas la hacen muy resistentes y duraderas.

Ecológico: La piedra natural es 100 % ecológica debido a su origen natural.

IMAGEN 18 Fachada Levantina 1



Fuente: levantina.com

IMAGEN 17 Fachada Levantina 2



Fuente: levantina.com

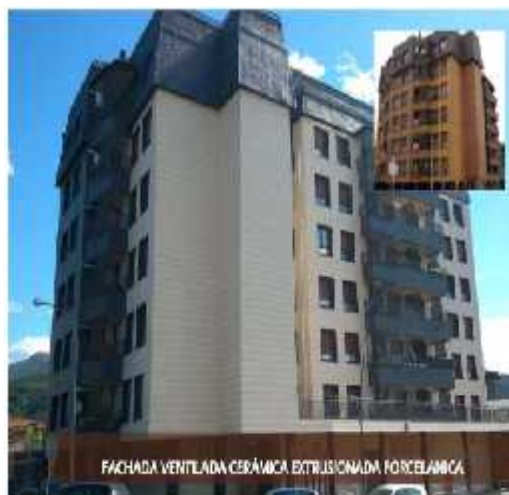
Algunos de los proyectos más representativos de LEVANTINA con sus productos de la línea de mármol, esta línea maneja uno de los estándares más altos y representativos de la compañía.

De la manera en que Levantina mantiene unos estándares altos en sus productos, de igual manera los costos en la adquisición se hacen más altos y por ende obtener dichos productos solo estará al alcance de grandes o mega proyectos con poder económico.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

AMURIZA CONSTRUCCIONES es otra empresa española que se ha dirigido a la rehabilitación de edificaciones, por tal motivo se han enfatizado en el uso de fachadas ventiladas con materiales como: piedra, cerámica, resinas fenolicas, gres, fibrocemento, y metalico.

IMAGEN 19 Fachada Cerámica Amuriza



Proyecto de rehabilitación
utilizando cerámica
extrusionada 3.006 m²

Fuente: amuriza.com

Desde 1956 Amuriza viene destacandose en la intervención arquitectonica en la zona de Pais Vasco y Galicia al norte de España, bajo la normativa de la CTE han desarrollado su propio catalogo de productos y servicios.

Amuriza es una empresa que trabaja los dos sistemas de instalación, puntuales y subestructura con perfileria, de igual modo estas se subdividen en opciones como fijaciones a la vista u oculta, fijación química o mecánica. Además de lo anterior esta empresa ofrece sus servicios en: estudios de patologías, con elaboración de informe y posibles soluciones, ejecuciones de obra, tramites de licencias.

Desde luego, la normativa es un punto importante en la planificación y ejecución de estos proyectos, teniendo en cuenta que el CTE se plantea para paises que se ubican por encima del tropico, en climas que pueden ser mas agresivos, es por este motivo que en el momento de plantearse para un sistema de fachada aislada para paises con climas tropicales se debe hacer los correspondientes ajustes para el óptimo funcionamiento.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

EURONIT hace parte de la “armada” española de fachadas ventiladas, es también pieza de Etex group multinacional líder en materiales para la construcción, ofrecen productos como paneles de superficie pigmentada y esmaltada.

IMAGEN 20 Fachada Euronit



Fuente: euronit.es

Uso de panel textura granulado tonalidad escarlata, para esta obra se empleó un sistema de fijación remachada.

Euronit ofrece dentro de sus servicios instalaciones con perforaciones en los paneles y dilataciones entre los mismos de 20 mm, los espesores de sus paneles resultan ser delgados pues manejan entre 8 mm y 12 mm.

Sin duda Euronit ofrece gran variedad en sus productos no solo por colores, texturas o dimensiones sino por versatilidad y una gran experiencia que lo hace un gigante de la construcción a nivel mundial.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Después de investigar y recolectar información y fichas técnicas de los productos existentes en el mercado, se analizó una serie de variables en torno a ciertas características como peso, material, dimensión, ventajas y demás que se relacionan en la siguiente matriz.

TABLA 6 Matriz comparativa Características

EMPRESA	VENTAJAS	DISIPACION DE LA TEMPERATURA EXTERIOR	BARRERA DE PROTECCION CONTRA LA LLUVIA	REMOCION DE HUMEDAD	DIMENSIONES Y PROPIEDADES	ATRIBUTOS	SISTEMA DE FIJACION
EQUITONE	1. Cereza un mínimo de espesor. 2. Evita la generación de puentes térmicos. 3. Elimina condensación y la generación de hongos.	El sistema de revestimiento de fachada ventilada, tiene efectos refrigerantes cuando las temperaturas exteriores son altas. La temperatura exterior es parcialmente disipada debido al efecto de convección, que consiste en la ventilación forzada de la cavidad comprendida entre el revestimiento de fachada y la edificación misma. De esta forma, la temperatura remanente que pudiera ingresar al edificio, es prácticamente despreciable. Parte de los rayos transportados por la radiación térmica. La mayoría de los rayos solares se reflejan, son disipados sobre el sistema de fachada mismo, dirigiéndose hacia afuera de la edificación. Un porcentaje muy reducido de temperatura a caza a pasar.	Los paneles de revestimiento de la fachada, actúan como una pantalla contra la lluvia en el exterior del edificio manteniendo a la estructura de la construcción como elemento seco. La mayor cantidad de agua lluvia, despendida sobre la superficie de la placa instalada, que a que a cerca a ingresar a la cavidad será drenada por gravedad.	El efecto de convección consiste en la ascensión de aire caliente y húmedo debido a su menor peso, hacia el aire seco y fresco desde los niveles inferiores, permitiendo remover local la humedad atrapada en la cavidad generando un efecto refrescante sobre la edificación.	Espesor: 70mm Tamaño de placa: 1220x2500mm Peso: 16.8 kg/m ² Densidad: 1530 Kg/m ³ Absorción máxima de agua: 25%	Amplia gama de colores sólidos. Acabado unido de apariencia. Resistencia anti-grafiti. Acabado liso y con relieve.	Pueden ser fijados con remaches decorativos. 1. Ángulo de fijación regulable. 2. Sistema de fijación a muro. 3. Perfil en aluminio tipo T y perfil. 4. Remache.
EMPRESA	INFORMACION DEL PRODUCTO	MATERIALES	FABRICACION	CODIGOS Y REGLAMENTOS	DIMENSIONES	COLORES	INSTALACION
MURUM	Es una fachada de piezas de ingeniería elaborada con materiales de última generación como cementantes, aditivos, impermeabilizantes, refuerzos, mármol, granitos y demás componentes para darle resistencia y cualificar.	Los materiales naturales como mármol y granito son seleccionados para lograr un acabado, sin embargo, algunas variaciones en el color pueden ocurrir en los lotes.	Es fabricado y moldeado en moldes especiales. Puede haber tolerancias de hasta 13" (3mm). El producto es fabricado mediante maquinaria automatizada minimizando variaciones en colores, resistencia, asegurando la máxima calidad.	4C1318-14C20C	Las medidas de las placas tienen un formato de 5x60 cm, espesor promedio de 54"	Eancc, gris claro y gris oscuro.	Se recomienda utilizar mortero adhesivo sobre un muro de concreto para su instalación. Para instalaciones especiales.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

EMPRESA	INFORMACION DEL PRODUCTO	MATERIALES				
TITAN	FACHADAS DE GRC Materia perdurable, de alta resistencia a la flexión, rasco y impacto	Concreto reforzado con fibra de vidrio				
EMPRESA	INFORMACION DEL PRODUCTO	MATERIALES	PROPIEDADES	VENTAJAS	USOS APLICACIONES	ESPECIFICACIONES PROPIAS
FIBRIT	Fibrilamina decorativa con acabado en concreto arquitectónico, lamina a la medida, para acabados de muros en fachadas exteriores	producto para la construcción de obras arquitectónicas, que aprovechan propiedades particulares de fibrocemento plástico denso, reforzado y curado	Mejor resistencia a cargas aplicadas a impactos y a abrasión	• Fácilemente acabado de la superficie. • Andas en acero inoxidable • Efectos de dimensiones exactas. - Ensamblaje perfecto en sitio • Las juntas no requieren sellamiento. • La cámara de aire forma en la pared exterior y a la lamina nivel las condiciones de humedad y temperatura de los muros exteriores. • Lijas y resistentes. • Fácilemente acabado arquitectónico. - Máxima	• Para construcción de muros fibrosos de fachada con terminado decorativo. • Permite tener fachadas de diferente color y textura. • Juntas de 6 mm. Tipo fachada ventilada	• Dimensiones • Falso concreto • Momento de resistencia propio • Carga máxima aplicada del viento de lija con • Resistencia a la caída de fijación Laminas hasta 20 m x 120 - 0.045 m (ver plano adjunto), 35 kg/unidad. (1120 mm x 120 mm) equivalente a 55.76 kg/m² ±30 kg/m² (placa de 45 mm de espesor) 2000 kg/m² Fijación con andas en acero: 800 kg/m² ±350 kg/m² (presión o succión) a 1 m del último en succión, es un error del sistema
EMPRESA	INFORMACION DEL PRODUCTO	ESPECIFICACIONES	PROPIEDADES	VENTAJAS	PROPIEDADES DE LA SUPERFICIE	ESPECIFICACIONES PROPIAS
FUNDERMAX	Este es un sistema optimo en cuanto a su física constructiva, aislamiento térmico, la estructura portante y la acústica	Laminado de alta presión duradero, con una protección especial adicional frente a la intemperie, constituido por resinas de acrílico poliuretano	Gama de colores, placas de revestimiento resistentes a la intemperie	• Aislamiento a agua, a aislamiento térmico y acústico. Fijaciones por medio de clips, lijas y resinas mecánicas, fáciles de instalar.	Autoprotector, gran gama de acabados. Fijación sencilla, resistente al impacto, resistencia térmica a las heladas como a calor, facilidad de montaje y	• Espesor: de 2 a 15 mm • de 2 a 4 mm (acabado decorativo) por 1 baral • de 4 a 15 mm (acabado decorativo) por 2 baral 2100 x 1060 mm = 2,27 m² 2800 x 1300 mm = 3,64 m² 4100 x 1300 mm = 5,33 m² 2800 x 1350 mm = 3,78 m² 4100 x 1350 mm = 5,54 m²

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

EMPRESA	INFORMACION DEL PRODUCTO	CONDICIONES FISICAS	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	VENTAJAS	COLORES	FIJACIONES	DIMENSIONES
EURONIT	Pane natural pigmentado en masa, superficie pigmentada, pulido y esmalado, o creac en masa	Fijación termica, adecuada y contra fuegos Revestimiento en la fachada tiene una separación mínima de 20mm.	Hasta 600 m ² en techos, eventual mantenimiento del revestimiento de la fachada, o con puntos de fijación para andamios.	Los paneles absorben agua por los carcos. Paneles incombustibles Protección contra el deshielo Protección termica Protección climatologica	Antracita, Gris, Rubio, Blanco, Crema	Sistema de remachado Sistema acrílico Sistema pegado Sistema largo Sistema solado Sistema tipo cortina	Espesor: 6 mm a 12 mm Formato: 6100 x 1250 mm
EMPRESA	INFORMACION DEL PRODUCTO	ESPECIFICACIONES	PROPIEDADES	VENTAJAS	COLORES	FIJACIONES	DIMENSIONES
ALUCOBOND	Panels con diversos acabados de diseño, durabilidad, protección contra incendios, planitud óptima, peso ligero, resistente a graffiti, reciclable, económicamente sostenible, protección acústica	El espacio entre paneles evita la infiltración, mantiene las placas de la fachada planas y planas	El material presenta, al tener un espesor muy bajo, protege frente a la intemperie.	Resistente a la radiación ultravioleta Calidad que afecta a la pintura	El aluminio viene en un tipo brillante, colores metalizados	Escarpe de pernos de acero inoxidable Escarpe acrílico Bandeja S220 con perfiles maquinados Adherido Remachado alomado Remachado sobre perfiles con resina	Espesor: de 3 a 4 mm Peso: 5,3 y 7,3 Kg/m ²
EMPRESA	CARACTERISTICAS TECNICAS	SUJECIONES VISIBLES	SUJECIONES OCULTAS	VENTAJAS	ESPECIFICACIONES	FIJACIONES	DESCRIPCION DE PRODUCTO
ALLFACE	La presión del viento se transmite directamente al buque de la construcción. Las lengüetas de fijación integradas permiten crear 40 mm de movimiento para ajustar los paneles potenciales.	Las sujeciones con garras se utilizan principalmente para elementos de fachadas de cerámica y terracota. Las garras están disponibles en aluminio y acero inoxidable y, además, pueden fabricarse de mismo color que los elementos de la fachada.	El encaje de las placas de la fachada constituye una solución económica para el montaje. Las placas se montan mediante una entrecomilla en ambos lados, que asija sobre el perfil posterior preparado correspondientemente. La placa se usa en la obra y es fácil de durar.	Alta capacidad de carga debido a su estructura Aislamiento térmico, para evitar puentes térmicos de los que se pierden de calor	Los sistemas verticales se utilizan para montaje en paredes macizas. En fachadas construidas sobre soportes se utilizan sistemas horizontales.	Punto tipo Punto de fijación	La ventilación por detrás de la fachada regula la humedad del edificio, proporciona un clima interior más agradable. Además, la estructural composición en las placas de la fachada VHF sirve de protección contra el ruido. El sistema de fachadas VHF garantiza la realización de amolaciones, debido a que los elementos utilizados son...

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

EMPRESA	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	DISEÑO	APLICACIÓN Y AISLAMIENTO	VENTAJAS	ACABADOS	FIJACIONES	DIMENSIONES
FRONTEK	Panel de dureza, ligereza, alta resistencia y durabilidad, baja absorción de agua y buen comportamiento ante los agentes climáticos y medio ambientales	Su exclusivo diseño garantiza fijación óptima a la estructura sin necesidad de cortes o perforaciones adicionales que pudieran debilitar su resistencia. Son elementos planos de porcelánico técnico con estructura alveolar, elaborados a partir de una mezcla homogénea de arcilla y ledespato, con agua, puede añadirse pigmento a partir de óxidos calcinados para colorearlos en toda su masa.	Revestimiento exterior de fachada mediante fijación a una subestructura metálica por medio de anclajes. La fachada constituye por sí sola una barrera que aísla térmica y acústicamente, y mejora de las condiciones de estanqueidad.	• Rapidez de ejecución. • Ligereza del sistema sobre el paramento. • Facilidad de instalación. • Sustitución de baldosas independientes. • Escaso mantenimiento. • Excelente estabilidad del recubrimiento cerámico, sin riesgo de fisuras ni desprendimientos. • Elevado aislamiento térmico. • Mejora del aislamiento acústico. • Eliminación de condensaciones de humedad. • Planaridad metálica en la	Mercurio - Argenta Azabache - Bronce Venus - Urano Jupiter Urban Titania Calma Canyon	Anclaje con grapa Perfil vertical de aluminio Grapas de fijación de 4x4 Inox Tornillos autobloqueantes Mensulas de sustentación y retención	40,5 X 80 cm 40,5 X 60 cm 40,5 X 100 cm 24,7 X 100 cm 49,7 X 100 cm
EMPRESA	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	VENTAJAS	ELEMENTOS QUE LO COMPONEN	VENTAJAS	DESARROLLO DEL PRODUCTO	ACABADOS	DIMENSIONES
GRES PANIA	Resistencia mecánica y química, gran dureza y absorción de agua inferior al 0.3%	Térmicas, estéticas, acústicas, funcionales y constructivas	Revestimiento Sistema de anclaje Aislante Soporte Cámara de aire	Protección contra la intemperie, incremento de la durabilidad, mantenimiento mínimo, facilidad de limpieza	Aplomado, enlucido, no es necesario construir el doble muro, facilidad de sustitución, rehabilitación de fachadas	Gres porcelánico	Formatos disponibles son el 45x90, 60x60 y el 30x60
EMPRESA	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	VENTAJAS	ELEMENTOS QUE LO COMPONEN	MALLA DE SEGURIDAD	DESARROLLO DEL PRODUCTO	COLORES	DIMENSIONES
KRION	Es un producto cálido y aterciopelado al tacto, similar a la piedra natural, sólido homogéneo en masa, no poroso. Es higiénico, inerte, no tóxico, ignífugo de fácil mantenimiento y reparable	Antigraffiti Resistencia al fuego Resistente a la quemadura de cigarrillo Ecológico Antibacterias Resistente a altas temperaturas Resistencia mecánica Moldeable Grandes superficie sin juntas	Envejecimiento del material Retroiluminado Termocurvado Mecanizados	El elemento lleva una malla de seguridad elastomérica adherida con resina de poliéster, esa ofrece una garantía extra en materia de seguridad, protegiendo de un posible desprendimiento	Juntas de dilatación, remates de ventana, replanteo inicial de obra, colocación de elementos estructurales, instalación de placas, lijado y limpieza de la fachada.	Blanco Arena Vainilla Azul Lila	2.480x750x 11 mm 2.480x900x 11 mm 3.670x750x 12 mm 3.590x750x 12 mm 3.590x1.340x 12 mm

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

EMPRESA	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	VENTAJAS	PROPIEDADES DE LA PIEDRA	DETALLES	FIJACIONES	COLORES	DIMENSIONES
LEVANTINA	El elemento esta hecho con piedra natural, con características intrínsecas resistente, resistente a la flexión, resistencia térmica, ecológico y reciclable	Ahorro energético Protección contra los agentes atmosféricos Reducción de ruido Bajo coste de mantenimiento	Las calizas y areniscas son rocas sedimentarias que adoptan colores muy variados. Presentan una elevada resistencia al fuego y excelentes propiedades antisísmicas. Asimismo, gracias a las características físico-mecánicas que la propia naturaleza les ha otorgado, pueden ser utilizadas tanto para interiores como para exteriores.	Remate de coronación Remate de encuentro primera planta Remate metálico encuentro al suelo Remate de esquina Remate de esquina con perfil Remate de aplacados de ventana	Sistema de fijación mecánico-adhesivo Sistema de fijación continuo Sistema de fijación puntual	Blanco Gris Café Mistral Beige Blanco Altea Blanco Tabarca	2.500x750x 11 mm 2.700x900x 11 mm 3.300x750x 12 mm 3.590x750x 12 mm 3.200x1.340x 12 mm
EMPRESA	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	VENTAJAS	VENTAJAS	ENSAYOS REALIZADOS	FIJACIONES	VENTAJAS TECNICAS	DIMENSIONES
PROSEIN	Fachada ventilada en porcelanato separado hasta 10 cm por medio de una estructura de aluminio	- Se minimiza la carga estructural - No se puede obviar ningún elemento del sistema - Si no hay estructura no es fachada ventilada - Recámara mínima de 5 cm - Recámara máxima de 13 cm - Tornillería en acero inoxidable	- Utilizar perfilera en aluminio E=3 mm - No usar poliuretano ya que es biodegradable - Siliconas estructurales - Utilizar siempre malla de fibra de vidrio	Ensayo de extracción manual y por succión del viento Ensayos de instalación rendimientos día Ensayo durabilidad de baldosas Ensayos de durabilidad del sistema Ensayos estructurales a flexión, torsión y fractura	Muro soporte Chazo expansivo Tee soporte Grapa Tornillo - broca Malla fibra de vidrio Angulo ancla Porcelanato Ranura	Amplia gama de acabados formatos y texturas Resistencia sísmica Colocación alineada horizontal o vertical Eliminación de condensaciones	120x60 mm 300x100 mm

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

EMPRESA	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	VENTAJAS	PROCESO DE INSTALACION	MATERIALES	FIJACIONES	ENSAYOS	DIMENSIONES
VENTIROCK	La fachada como parte envolvente del edificio juega un papel fundamental para disminuir el consumo energetico	Resistencia a la Intemperie Rapida y facil Instalacion Una sola fijacion en el panel Incombustible Doble densidad Evita puentes termicos Aisla y absorbe el ruido	Fijacion de mensulas Colocacion a presion del panel Fijacion mecanica por panel Anclar perfiles Colocacion de perfil horizontal Se fija el acabado ceramico quedando una camara de aire	Panel rigido de lana de roca volcanica de doble densidad	Perfiles metalicos	Ensayo de resistencia al agua de lluvia Ensayo de resistencia a la accion del viento Ensayo de succion con una fijacion	Largo por ancho: 1350X600 Espesor: 0.50 y 0.50

Fuente: Autores, 2016

El análisis del anterior cuadro relaciona una serie de cambios entre los productos de las diferentes empresas, las variaciones de los pesos por m² en algunos casos llegan hasta 32 kg, en cuanto a los espesores, algunos de ellos llegan hasta 5 cm, algunas empresas tienen un sistema de fijación por puntuales y otro por perfilería, de acuerdo a lo anterior, también influye el espaciado en la cámara de ventilación.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Sistema De Fijación

De igual manera muchas empresas más ofrecen sus servicios de fachadas ventiladas unas con unos cambios respecto a otras sin embargo una constante o mejor aún un común denominador entre las mismas sería sus elevados precios.

En el mercado actual existen dos tipos de sistema para la instalación de fachadas ventiladas:

Sistema de fijación conocido como puntuales. (Ver imagen 22)

Sistema de fachada ventilada con perfilería. (Ver imagen 21)

IMAGEN 21 Sistema Puntual



Fuente: fibrit.com

IMAGEN 22 Sistema Perfilería



Fuente: sbfijaciones.com

La diferencia entre ambas oscila en un 20 % y la instalación es completamente diferente. Con puntuales la cámara de aire es de unos 3 cm aproximadamente, además de ser un trabajo más laborioso en la instalación. El sistema de fachada con perfilería es más costoso, sin embargo la cámara de aire puede ser hasta de 8 cm, menos problemas en las dilataciones, mayor flujo de aire y su instalación es más rápida. Dos operarios pueden hacer 30 m² diarios, así, una fachada de 600 m² estaría acabada en un mes, si el caso es de perfilería la instalación es más rápida. Dicho lo anterior tiene gran concordancia con “tiene un coste económico elevado” (Bobadilla, 2007, pág. 15) una fachada ventilada en piedra natural puede estar entre 176.650 \$ y 353.300 \$ m²

Una fachada ventilada con sistema de anclaje puntual oscila entre 301.750 \$ y 319.500 \$ m² incluyendo material, sistema de fijación y colocación y en este punto se determina una gran diferencia entre los elementos de fijación, el producto a instalar y la mano de obra que ejecuta esta acción, con estos items se determina la capacidad de adquirir una fachada.

Desarrollo De Propuesta

En esta parte del documento se explicará dos etapas en el desarrollo de una propuesta, la primera es una experimentación o contacto que se tuvo con los materiales y seguida a esta, un planteamiento de un producto.

Experimentación De Los Materiales

Estos modelos se desarrollaron a una escala muy pequeña como podemos observar, en principio fue así para determinar ciertas características del tetra Pak al contacto con materiales cementantes (Ver fotografías 3 y 4)

Fotografía 3 Molde hecho con yeso



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 4 Modelo hecho con yeso



Fuente: Autores, 2016

Los modelos presentados en las fotografías 3 y 4 fueron realizados con yeso y se determinó cierta característica llamativa, el acabado que proporcionaba el contacto del yeso con la lámina interna de tetra Pak y además el práctico desencofrado que este presentaba.

Un acabado liso y brillante, y su reutilización, puesto que la capa de aluminio podía ser reutilizada en otro modelo, dicha versatilidad generó la idea de aprovechamiento para otra prueba, lo que también representa una plusvalía en sentidos económicos y ambientales.

Es importante valorar el elemento con el que se realicen pruebas primarias, es decir, que este tenga características similares con las del elemento a utilizar en pruebas “reales”, el yeso, es un elemento que mantiene una similitud muy acorde con el concreto.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Seguido de las fundidas con yeso se procedió a experimentar con otro molde y esta vez el material será cemento, de igual manera con unos moldes pequeños para analizar en teoría el comportamiento del material al contacto con la capa de aluminio de tetra Pak. (Ver fotografías 5 y 6)

Fotografía 6 Modelo fundido con cemento



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 5 Desencofrado de modelo con cemento



Fuente: Autores, 2016

En este paso solo se tenía en cuenta la reacción del material, en este caso el cemento con la capa de contacto y no se tomaba en cuenta densidades ni ningún otro factor que determinara algún cambio. Al momento de desencofrar presentó de nuevo las mismas características, fácil desmolde y un acabado muy liso, una textura que podría permitir “un concreto a la vista”.

Fotografía 7 Analisis de modelo desencofrado



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 8 Analisis de modelo desencofrado 2



Fuente: Autores, 2016

La facilidad del manejo del material permite que sea versátil y se puede utilizar en diferentes presentaciones y moldes.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Producto

Observando detenidamente estos resultados se procedió a implementarlos en un modelo a una escala más real. Modelo # 1. Con el uso de la lámina Ecoplak se diseñó un molde para fundir una plaqueta y determinar su comportamiento (Ver fotografía 1).El mencionado modelo para las pruebas tiene unas medidas de 50 cm de alto x 25 cm de ancho y 3 cm de espesor. (Ver fotografía 10), sin embargo al interior del modelo, en una de sus caras se utilizaron láminas de tetra Pak para comprobar el acabado que tendría en el momento del fraguado del concreto (Ver fotografía 9)

Fotografía 10 Molde a escala



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 9 Superficie de contacto



Fuente: Autores, 2016

Se realizó la respectiva fundida de concreto simple, sin ningún tipo de refuerzo, únicamente cemento, arena de río y unos agregados pequeños, dando estos resultados (Ver Fotografías 11 y 12) Este modelo # 1 se desencofro 36 horas después de fundirse.

Fotografía 12 Acabado de molde



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 11 Parte posterior molde



Fuente: Autores, 2016

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

En primera instancia los resultados fueron positivos, se obtuvo del molde una lámina con un acabado que se planteaba, sin embargo, el espesor de 3 cm era demasiado y provocaría un volumen muy amplio, basándose en la investigación y la propuesta fue necesario hacer unas correcciones al molde propuesto y mantener las dimensiones, excepto en el espesor que pasaría de 3 cm a 1.2 cm. (Ver fotografías 13 y 14). Para este modelo # 2 tampoco se utilizó ningún tipo de refuerzo, únicamente, cemento, arena de río y agregados, de igual manera se desmoldó 36 horas después de fundirse.

Fotografía 14 Fundida de concreto 2



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 13 Fundida de concreto 1



Fuente: Autores, 2016

En este modelo se presentaron unos resultados diferentes al anterior, este sufrió de una grietas severas, (Ver Fotografía 15) Sin embargo el molde seguía reutilizándose con el acabado.

Fotografía 15 Modelo con fallas



Fuente: Autores, 2016

Fisuración en el prefabricado, este no tenía ningún tipo de refuerzo.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Seguido al modelo # 2 se procedió a realizar un modelo # 3 esta vez, tendría un refuerzo, se implementó una malla de gallinero como prueba para analizar el comportamiento del elemento (Ver Fotografía 16). Además de lo ya utilizado anteriormente, cemento, arena de río y agregados pequeños su desencofrado fue 36 horas después de fundirse.

Fotografía 16 Malla de gallinero



Fuente: Autores, 2016

La malla de gallinero, supondría un mejor comportamiento del prefabricado.

De nuevo se realizó la respectiva fundida en el molde (Ver fotografía 17)

Fotografía 17 Fundida de concreto 3



Fuente: Autores, 2016

Sin embargo, la manejabilidad de la malla se hace un poco “incomoda”, puesto que su tendencia es la de doblarse.

La malla iba a tomar un área mucho más pequeña de lo que comprendía todo el molde, esto solo como prueba para ver la reacción del prefabricado.

El resultado fue el siguiente (Ver Fotografía 18 y 19) un agrietamiento en la zona donde no hay contacto con el refuerzo, no obstante, el elemento respondió bien pues a pesar del fisuramiento, se mantiene más estable que el modelo # 2

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 19 Fallas y agrietamiento 1



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 18 Fallas y agrietamiento 2



Fuente: Autores, 2016

En vista de estos casos, se realizó un modelo # 4 (Ver Fotografía 20) el cual tendría el refuerzo de malla de gallinero en toda el área del molde, sin embargo el desencofrado de este fue 50 horas después de su fundida.

Fotografía 20 Desencofrado # 4



Fuente: Autores, 2016

Este modelo presento
mejores resultados
que sus antecesores.

El modelo # 4 presento mejores resultados que sus antecesores, no sufrió agrietamiento ni fisuraciones, se mantiene en una sola pieza.

Es de aclarar que en todos los modelos se ha utilizado el mismo molde, con el mismo acabado de ladrillo, su limpieza para utilizarse no ha requerido más que de un cepillo y agua para retirar los excedentes de las respectivas fundidas (Ver Fotografía 22) otro acabado en relieve (Ver fotografía 21)

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 22 Limpieza



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 21 Acabado con relieve



Fuente: Autores, 2016

Y en su respectivo uso, tan solo se necesita de un destornillador para armar y desarmar el molde en cuestión (Ver Fotografía 23) la practicidad tiene que jugar un papel muy importante, puesto que no se debe complicar.

Fotografía 23 Desarmado del molde



Fuente: Autores, 2016

El armado y desarmado del molde consta de tan solo un destornillador.

Para el desarrollo de un modelo # 5 se hicieron unas variaciones tanto en el molde como en la respectiva dosificación del producto, el molde se iba a acondicionar con unas ranuras en los cantos para su respectiva instalación y la dosificación iba a llevar esta vez fibra de vidrio en reemplazo de la malla de gallinero utilizada anteriormente en otros modelos.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

IMAGEN 24 Fibra de Vidrio 1



Fuente: tienda.resineco.com

IMAGEN 23 Fibra de Vidrio 2



Fuente: tienda.resineco.com

Este cambio es con el fin de lograr un prefabricado con gran resistencia pero al mismo tiempo que sea liviano, los Arq. Peláez y Torres en sus ponencias coincidían en este elemento como un refuerzo muy interesante para los prefabricados en fachadas ellos lo denominaban como la tecnología GRC (Glass Fiber Reinforced Concrete) Concreto Reforzado con Fibra de Vidrio.

“En el campo de las edificaciones, vemos que se ha avanzado en prefabricados más delgados y livianos, con el uso de GRC, concreto reforzado con fibra de vidrio, los cuales se vienen usando como recubrimientos de fachadas y muros divisorios” (Montoya, 2013, pág. 40) Es importante emplear estos recursos novedosos puesto que los mismos permitirán no solo estar a la vanguardia de los materiales, también, emplearlos en nuevos elementos que se pretendan desarrollar. Además “El hormigón también puede reforzarse con fibra de vidrio, GRC, reduciendo espesores y por tanto pesos, permitiendo el aumento de dimensiones” (Hurtado, 2010, pág. 15)

Es de aclarar que el uso de la fibra de vidrio no es una novedad en el ámbito constructivo, los primeros experimentos de fibra de vidrio con concreto fueron realizados en la década del 40 del siglo XX en Rusia, no obstante, no tuvieron los resultados esperados puesto que aún no se había trabajado la fibra con la suficiente sapiencia, después en el Reino Unido a mediados de la década de los 60 se desarrolló esta técnica con la adición de zirconio, estudios mucho más detallados se encuentran en el Instituto de Prefabricados y Pretensados de Estados Unidos (PCI) y los respectivos ensayos de calidad están en la norma UNE 1170

Un artículo de la revista NOTICRETO nos describe el GRC como un material de gran ductilidad, alta resistencia a flexión y tracción todo esto debido a las propiedades mecánicas

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

de la fibra de vidrio, con un alto límite de elasticidad, alto módulo de rotura y alto alargamiento en rotura, con baja absorción y gran resistencia al impacto, es incombustible, e impermeable incluso en pequeños espesores. (Noticreto, AVANCES EN LA PREFABRICACION: LAS FIBRAS DE VIDRIO COMO REFUERZO DEL CONCRETO EN FACHADAS, 2013) Es y será la revolución en cuanto a material de la construcción y es que “frente a todas las aplicaciones de transformación de las fibras de vidrio, es el refuerzo del hormigón convencional la que mayores posibilidades y perspectivas de futuro presenta” (Maximiliano Follis, 2002, pág. 19) por eso la inclusión de este material aporta al prefabricado unas condiciones excepcionales. En las fotografías 24 y 25 se puede apreciar una mezcla de concreto con fibra de vidrio, un procedimiento “artesanal”.

Fotografía 24 Concreto cn fibra de vidrio



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 25 Adición de fibra de vidrio al modelo



Fuente: Autores, 2016

Una respectiva modulación en las fotografías 26 y 27 para lograr un modelo sin desperdicio y así obtener el acabado que se desea, esto, permitirá acelerar los procesos y rendimientos, en este caso se hizo una modulación con la apariencia de un muro de ladrillo.

Fotografía 27 Modulacion 2



Fuente: Autores, 2016

Fotografía 26 Modulacion 1



Fuente: Autores, 2016

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Para la respectiva modulación en el acabado de la fotografía 27, es necesario el uso de 18 cajas de tetra Pak, así, tomando las dos caras longitudinales se obtienen pequeños bloques que dan la apariencia de un muro en ladrillo. Los prefabricados planteados en este proyecto tienen una dimensión de 0.30 m de alto x 0.61 m de largo x 0.012 m de espesor (Moreno, 2012, pág. 34)

Después de realizar la mezcla de concreto con fibra de vidrio se procede a un respectivo enrase para dejar la superficie posterior del prefabricado totalmente pareja.

Fotografía 28 Fundida de concreto 4



Fuente: Autores, 2016

El enrase del material para proporcionar no solo un buen acabado en la parte frontal, también en la posterior.

En la fotografía 29 se realizó una variante en el diseño del prefabricado, esta vez consistiría en utilizar unas esferas de poliestireno con un diámetro de 7 cm para crear unos espacios en el elemento y otorgarle reducción en peso, volumen, diseño y una variante a lo que se había desarrollado previamente, todo esto desde luego con GRC.

Fotografía 29 Molde con perforación



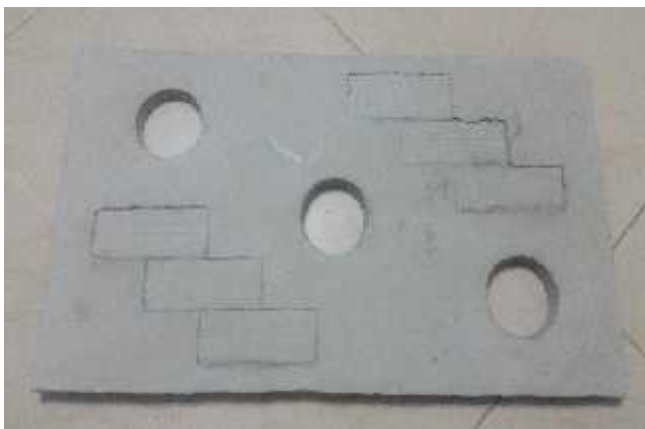
Fuente: Autores, 2016

Se utilizaron seis láminas para resaltar el diseño y acompañar las perforaciones del prefabricado.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Postumo a esta preparación, se procedió a su respectiva fundida, sin ningún cambio en la dosificación, ni el *modus operandi*, sin embargo con el aligeramiento se obtuvo este resultado interesante.

Fotografía 30 Prefabricado con Perforaciones



Fuente: Autores, 2016

Para este caso se utilizó como complemento un acabado con láminas de aluminio y polietileno.

Fotografía 31 Fundida de concreto 5



Fuente: Autores, 2016

Es de especial cuidado el trabajo con aligeramientos, puesto que su instalación debe ser muy precisa.

Estos aligeramientos tienen un diámetro de 7 cm.

Los modelos obtenidos hasta el momento son los que se muestran en la fotografía 31, los cuales muestran una continuidad en los prefabricados de arriba con una dilatación tanto horizontal como vertical de 4 mm, los modelos de abajo muestran el de la izquierda/inferior un diseño en alto relieve que se logró modulando triángulos y dejando espacios en el modelo para crear esa apariencia que sobresale y el de la derecha/inferior muestra el sentido de los ladrillos en vertical el cual es posible otorgarle la continuidad deseada.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 32 Acabados de Prefabricados



Fuente: Autores, 2016

Las opciones de diseño para el acabado son múltiples y se logra con un producto que se puede reutilizar y después de cumplir su ciclo de trabajo se pueden reciclar para conformar papel kraft o tableros aglomerados.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Ensayos Y Pruebas

Se realizaron 3 ensayos a los prefabricados, humedad, temperatura y combustión, los cuales se analizaron y se obtuvieron unos resultados que se describen en la parte final de cada uno de los mismos.

Ensayo De Humedad

Se realizó un ensayo al prefabricado para determinar el tiempo en el cual recuperaba su apariencia después de ser expuesto por agua en la superficie.

Fotografía 33 Modelo para ensayo de humedad



Fuente: Autores, 2016

En esta foto se puede observar el prefabricado sin ningún tipo de humedad, el cual será sometido a unas condiciones para una toma de tiempo.

Fotografía 34 Modelo reaccionando con agua



Fuente: Autores, 2016

En este paso ya se vertió sobre el prefabricado los 500 ml de agua para ver su proceso de secado y la respectiva toma de tiempo.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

La apariencia del prefabricado al contacto con el agua parece ser “tosca”, sin embargo, en cuestión de segundos pasa de un color ocre a retomar su tono más claro permitiendo tener una apariencia mucho más suave.

Fotografía 35 Secado de Prefabricado



Fuente: Autores, 2016

En este momento se puede apreciar que el prefabricado está en un proceso de secado expuesto a la intemperie.

Fotografía 36 Prefabricado seco



Fuente: Autores, 2016

Finalmente esta es la apariencia después de unos minutos.

Esto permite concluir que el mantenimiento del prefabricado es mucho más práctico puesto que simplemente con un poco de agua vuelve a tener su apariencia suave.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 37 Vista lateral Prefabricado



La humedad por el efecto de gravedad cayó por todo el prefabricado teniendo contacto en todas las caras del mismo.

Fuente: Autores, 2016

TABLA 7 Ensayo de humedad

1	ITEMS	1ER ENSAYO	2DO ENSAYO	3ER ENSAYO	4TO ENSAYO	5TO ENSAYO	6to ENSAYO
2	Temperatura	20 °C	20 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C
3	Humedad	52%	52%	56%	56%	52%	52%
4	Velocidad Viento km/H	23	23	19	19	13	13
5	Probabilidad Precipitacion	7%	7%	1%	1%	0%	0%
6	Cantidad de agua	500 ml	500 ml	500ml	500ml	500 ml	500 ml
7	Tiempo Estimado Min	04:35,0	04:51,8	04:58,4	05:00,2	05:20,4	05:10,0

Fuente: Autores, 2016

Sometido a estas características, el prefabricado respondió con un tiempo mínimo de 4:35.0 minutos y un tiempo máximo de 5:10.0 minutos para recuperar su estado normal en seco.

Ensayo De Medidor De Temperatura Laser

Se realizó otro ensayo al prefabricado, esta vez con un medidor de temperatura laser, esto con el fin de determinar la temperatura superficial del prefabricado, esto se logra por la radiación infrarroja que emite el medidor (Ver imagen 37)

Fotografía 38 Medidor Laser



Medidor de temperatura laser
referencia HT-812

Fuente: Autores, 2016

Fotografía 39 Prueba de Temperatura



Los dos puntos en rojo indican la activación del medidor laser de temperatura y el “punto” de referencia a tomar es la mitad de estos dos, el cual determina la temperatura de dicho elemento.

Fuente: Autores, 2016

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Se utiliza en primera instancia y como prueba piloto el medidor de laser al interior de una vivienda, esto con el fin de constatar la veracidad y certeza de la temperatura y su probabilidad de error en la misma prueba.

La prueba consistía en analizar la temperatura que el prefabricado alcanzaba en diferentes etapas del día, mañana, tarde, noche y madrugada, con intervalos de 3 horas y bajo unas características determinadas como: temperatura ambiente, humedad entre otras descritas en la tabla... se procedió con ocho muestras para concluir con un patrón de comportamiento del prefabricado.

Fotografía 40 Toma de temperatura



Fuente: Autores, 2016

Se procedió con una toma de temperatura inicial exponiendo el prefabricado al ambiente, después de 30 minutos se tomó una primera muestra y así cada 3 horas.

Fotografía 41 Primera muestra con laser



Fuente: Autores, 2016

Toma de temperatura del prefabricado a las 00:30 registrando 15.2 °C.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 42 Segunda muestra con laser



Fuente: Autores, 2016

Segundo registro de
temperatura a las 03:00
indicando 12 °C.

Fotografía 43 Tercera muestra con laser



Fuente: Autores, 2016

Tercer registro de temperatura
a las 06:00 indicando 13.9 °C.

Se debe aclarar que el prefabricado estuvo expuesto a condiciones ambientales variables según la hora que se registraba cada temperatura, por lo que todas las tomas registrarían algo diferente y así poder determinar diferentes comportamientos en la exposición al agua.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 44 Cuarta muestra con laser



Fuente: Autores, 2016

Registro de temperatura a las 09:00
indicando 18.2 °C.

De esta manera se tomaron los siguientes registros hasta completar el de las 21:00 horas, el cual, por medio del siguiente cuadro se analiza las variables a las cuales estuvo expuesto el prefabricado en 24 horas.

TABLA 8 Ensayo Temperatura prefabricado

1 ITEMS	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6	Prueba 7	Prueba 8
2 Hora	00:00 A.M.	3:00 A.M.	6:00 A.M.	9:00 A.M.	12:00 P.M.	15:00 P.M.	18:00 P.M.	21:00 P.M.
3 Temperatura Ambiente	14 °C	12 °C	12 °C	15 °C	19 °C	20 °C	17 °C	14 °C
4 Humedad	77%	88%	82%	72%	60%	49%	63%	75%
5 Velocidad Viento km/H	11	3	3	3	8	10	11	10
6 Probabilidad Precipitación	36%	0%	2%	67%	70%	79%	75%	35%
7 Temperatura Prefabricado	15.2 °C	12 °C	13.9 °C	13.2 °C	23.3 °C	22.8 °C	19 °C	16 °C

Fuente: Autores, 2016

En la anterior tabla se determinan los factores que hacían que cambiara la temperatura del prefabricado, de una u otra manera incidían en el comportamiento del mismo, desde luego se notó una particular tendencia de mantenerse por encima de la temperatura ambiente en 2 grados centígrados.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Ensayo De Combustión

Se realizó un ensayo de combustión al prefabricado con un soplete, esto con el fin de apreciar ciertas características del elemento expuesto a altas temperaturas.

Fotografía 45 Ensayo de combustión



Soplete IPR ubicado a 2 cm aproximadamente del prefabricado.

Fuente: Autores, 2016

Fotografía 46 Contacto al fuego



En esta foto se puede apreciar el efecto que empieza a aparecer por el contacto de la llama con el prefabricado.

Fuente: Autores, 2016

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 47 Efecto del fuego en el prefabricado



Fuente: Autores, 2016

En esta fotografía registraba unas temperaturas bastante altas, y presentaba estas manchas de color blanco.

Fotografía 48 Vista superior del contacto al fuego



Fuente: Autores, 2016

La distancia entre el soplete y el prefabricado para esta prueba fue de 2 cm.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 49 Un registro de temperatura



Fuente: Autores, 2016

Uno de los registros que alcanzo el prefabricado fue de 455.1 °C el segundo más bajo de los cinco registros.

Fotografía 50 Consecuencias del prefabricado



Fuente: Autores, 2016

Después de alcanzar elevadas temperaturas, el prefabricado presento estas características, sin embargo, con su espesor de 12 mm no alcanzo a tener daños relevantes por el otro lado.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Fotografía 51 Resultado del ensayo



Así termino el prefabricado después de este ensayo de combustión.

Fuente: Autores, 2016

TABLA 9 Ensayo Combustión Prefabricado

1	ITEMS	Minuto 1	Minuto 2	Minuto 3	Minuto 4	Minuto 5
2	Temperatura Ambiente	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C
3	Humedad	52%	52%	52%	52%	52%
4	Velocidad Viento km/H	23	23	23	23	23
5	Probabilidad Precipitación	7%	7%	7%	7%	7%
6	Temperatura Prefabricado	455,1 °C	593,5 °C	514 °C	421,1 °C	566 °C

Fuente: Autores, 2016

En esta prueba de combustión el prefabricado alcanzo un máximo de temperatura de 593.5 °C y una mínima de 421.1 °C todo esto se realizó en 5 minutos y dada la particularidad que en 10 minutos después de la última muestra registraba menos de 50 °C.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Análisis de Precios Unitarios

Como parte de la propuesta, se realizaron tres análisis de precios unitarios determinando los factores más relevantes en cada uno de los mismos.

TABLA 10 A.P.U. Prefabricado

ANALISIS UNITARIOS					HOJA 1	DE 3
OBRA					FECHA	
					23-05-2016	
No	1.1	ITEM				UNIDAD
Prefabricado						UN
MATERIAL		CANTIDAD POR UNIDAD		VALOR MEDIDA		TOTAL
Cemento		3,00	Kg	\$ 1.200,00		\$ 3.600,00
Arena de rio		1,00	kg	\$ 800,00		\$ 800,00
Fibra de vidrio		0,12	Lb	\$ 5.000,00		\$ 600,00
OBSERVACIONES:		SUBTOTAL				\$ 5.000,00
		DESPERDICIO		5%		\$ 250,00
		VALOR MATERIAL				\$ 5.250,00
ANALISIS UNITARIO EQUIPO BASICO						
Balde					\$ 1.294,00	
Espatula						
Llana						
Guantes						
					VALOR MATERIAL Y EQUIPO	
					\$ 6.544,00	

Fuente: Autores, 2016

La anterior tabla muestra un precio de 6.544,00 pesos en la elaboración de un prefabricado con GRC, donde la mayor variable en el precio se encuentra en el cemento donde supera el 50 % del total.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

TABLA 11 A.P.U. Molde

ANALISIS UNITARIOS					HOJA 2		DE 3	
OBRA					FECHA			
					23-05-2016			
No	1.2	ITEM						UNIDAD
Molde								UN
MATERIAL		CANTIDAD POR UNIDAD		VALOR MEDIDA		TOTAL		
Lamina ECOPLAK		1,00	UN	\$ 46.000,00		\$ 46.000,00		
Tornillo drywall		0,25	Lb	\$ 4.000,00		\$ 1.000,00		
OBSERVACIONES:		SUBTOTAL				\$ 47.000,00		
		DESPERDICIO		5%		\$ 2.350,00		
		VALOR MATERIAL				\$ 49.350,00		
ANALISIS UNITARIO EQUIPO BASICO								
Pegante							\$ 1.294,00	
Brocha								
Taladro								
Guantes								
		VALOR MATERIAL Y EQUIPO				\$ 50.644,00		

Fuente: Autores, 2016

La anterior tabla muestra un precio de 50.644,00 pesos en la elaboración de un molde para un prefabricado con GRC, donde la mayor variable en el precio se encuentra en la lámina Ecoplak donde supera el 90 % del total.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

TABLA 12 A.P.U. Instalación

ANALISIS UNITARIOS					HOJA 3	DE 3
OBRA					FECHA	
					23-05-2016	
No	1.2	ITEM				UNIDAD
Instalación						M2
MATERIAL		CANTIDAD POR UNIDAD		VALOR MEDIDA		TOTAL
Perfil T		3,00	ML	\$ 7.000,00		\$ 21.000,00
Ángulo de fijación		2,00	ML	\$ 6.000,00		\$ 12.000,00
Tornillo hexagonal		33,00	UN	\$ 200,00		\$ 6.600,00
Grapa		18,00	UN	\$ 2.000,00		\$ 36.000,00
OBSERVACIONES:		SUBTOTAL				\$ 75.600,00
		DESPERDICIO		5%		\$ 3.780,00
		VALOR MATERIAL				\$ 79.380,00
ANALISIS UNITARIO EQUIPO BASICO						
Nivel						\$ 1.294,00
Cimbra						
Taladro						
Guantes						
		VALOR MATERIAL Y EQUIPO				\$ 80.674,00

Fuente: Autores, 2016

La anterior tabla muestra un precio de 80.674,00 pesos en la instalación de un m² de prefabricado con GRC, donde la mayor variable en el precio se encuentra en las grapas y el perfil “T” cemento donde supera el 60 % del total.

Nota: El precio anterior no contempla mano de obra.

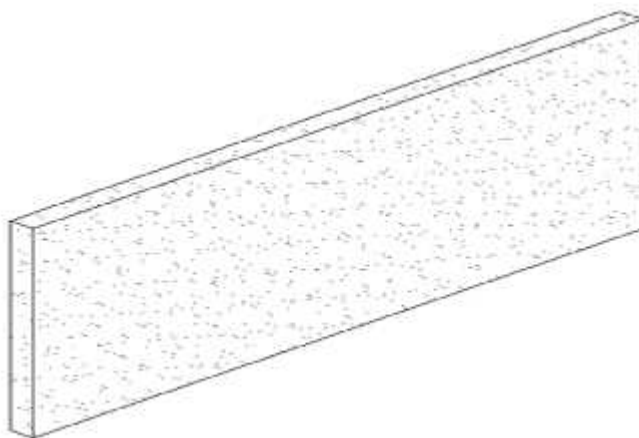
Instalación Prefabricado

Estos son los pasos y elementos en la instalación del producto presentado, una descripción de un montaje de perfiles y unos detalles constructivos

Montaje De Perfiles

Se reconoce la superficie en la cual se va a instalar el prefabricado que servirá como fachada ventilada, se debe realizar un respectivo replanteo y cimbrar para identificar la ubicación de los distintos elementos a utilizar.

IMAGEN 25 Muro para instalación



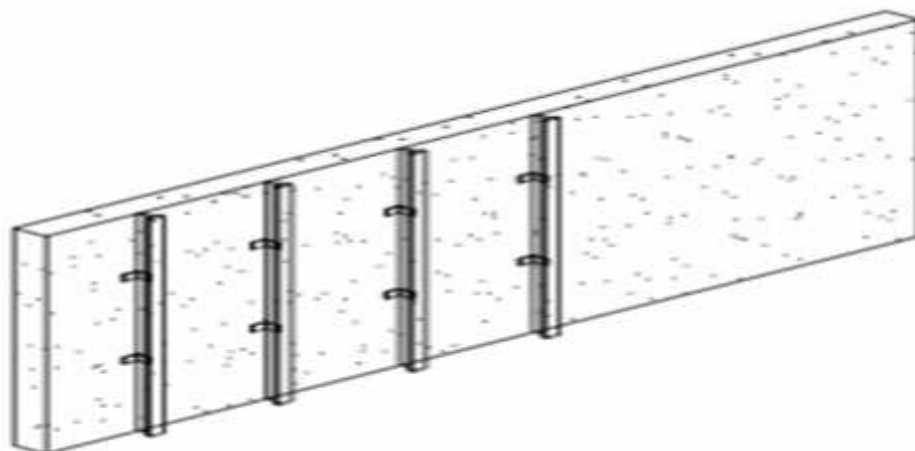
Fuente: Autores, 2016

Así se sabrá la cantidad de perfiles a utilizar y sus respectivos ángulos, todo esto por medio de una respectiva modulación que se aplica en el momento del estudio del revestimiento a cubrir.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

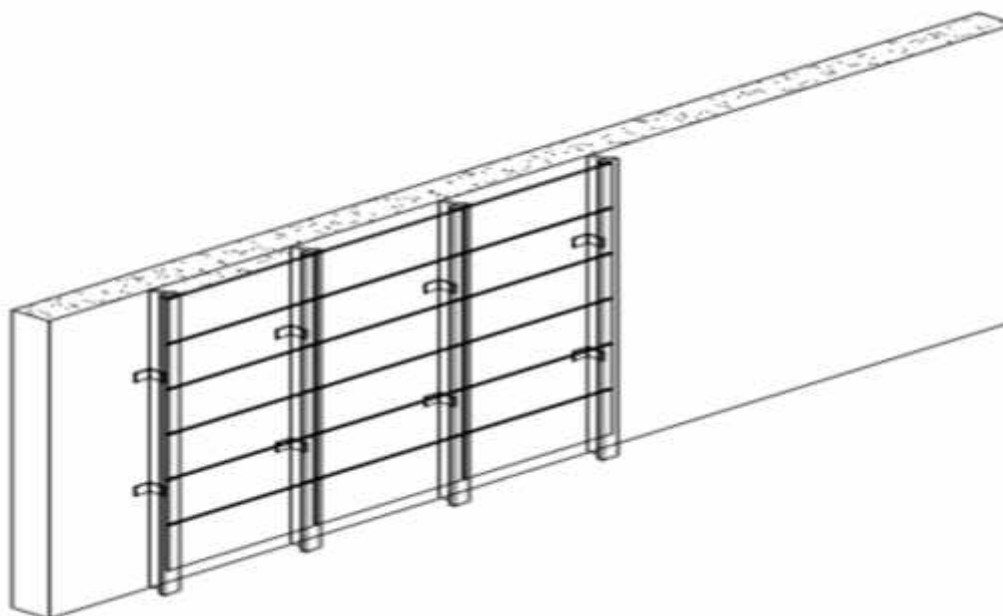
Se instalan los ángulos en el muro y a estos se les anclan unos perfiles en “T” por medio de unos tornillos de conexión hexagonal con su respectiva tuerca de seguridad. (Ver imagen 26) después se instalan los prefabricados. (Ver imagen 27)

IMAGEN 26 Muro con Perfiles



Fuente: Autores, 2016

IMAGEN 27 Muro con Prefabricados

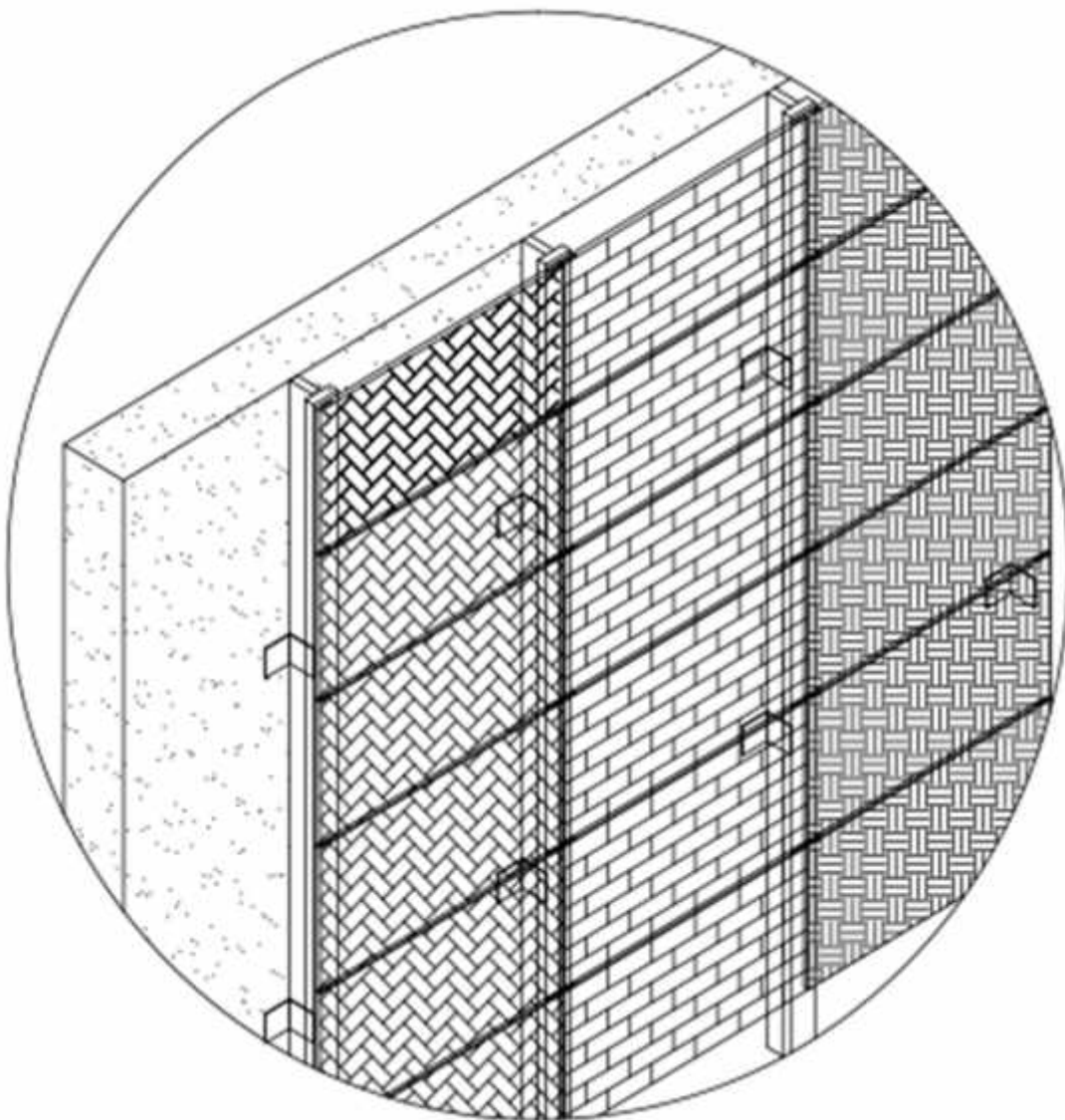


Fuente: Autores, 2016

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Algunos de los tantos acabados que se podrían realizar en los prefabricados (imagen 28)

IMAGEN 28 Diseños de Prefabricados



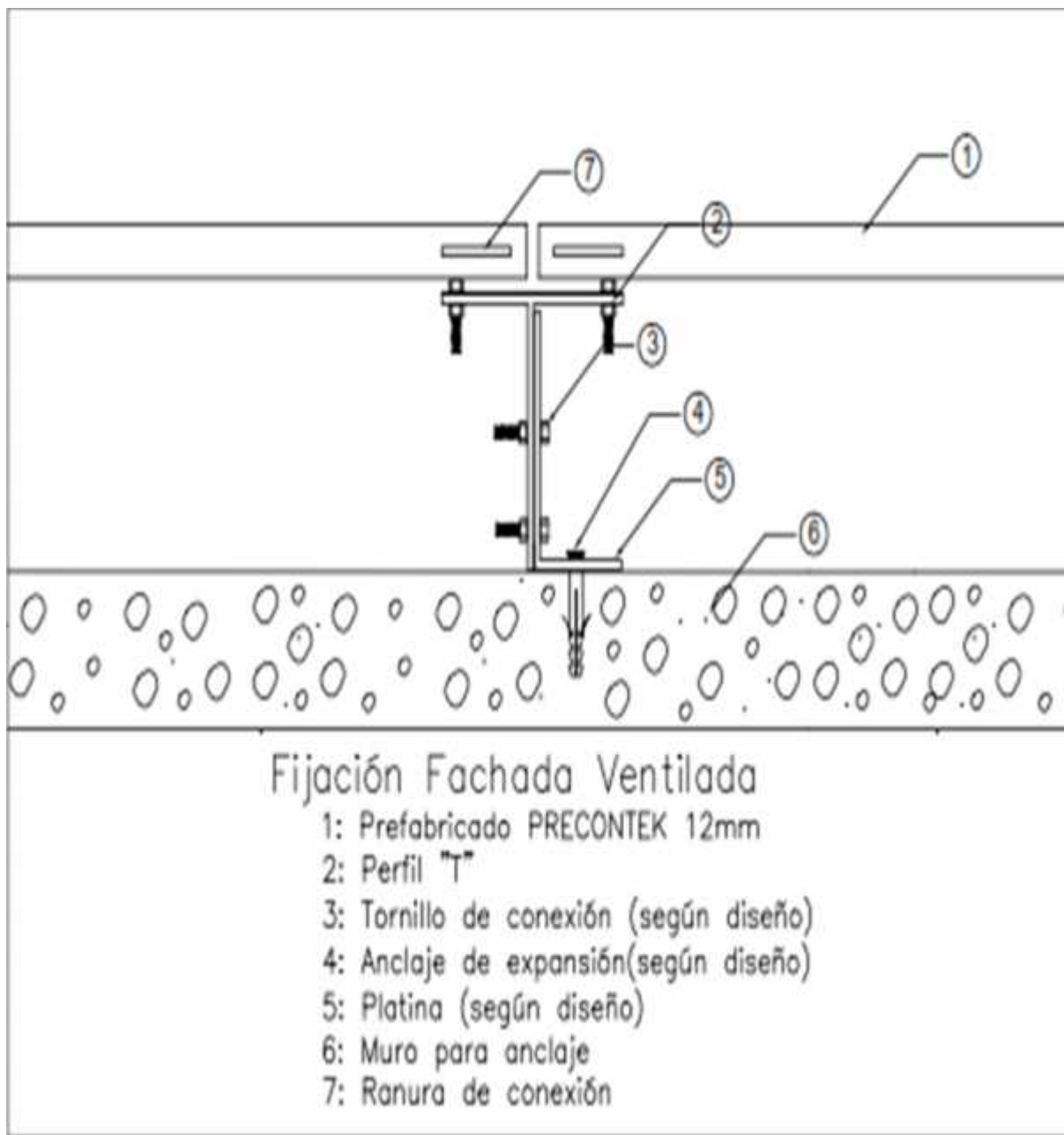
Fuente: Autores, 2016

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Detalles Constructivos

A continuación, se muestran unos detalles que hacen parte de la propuesta de trabajo de este documento.

IMAGEN 29 Arranque Fachada

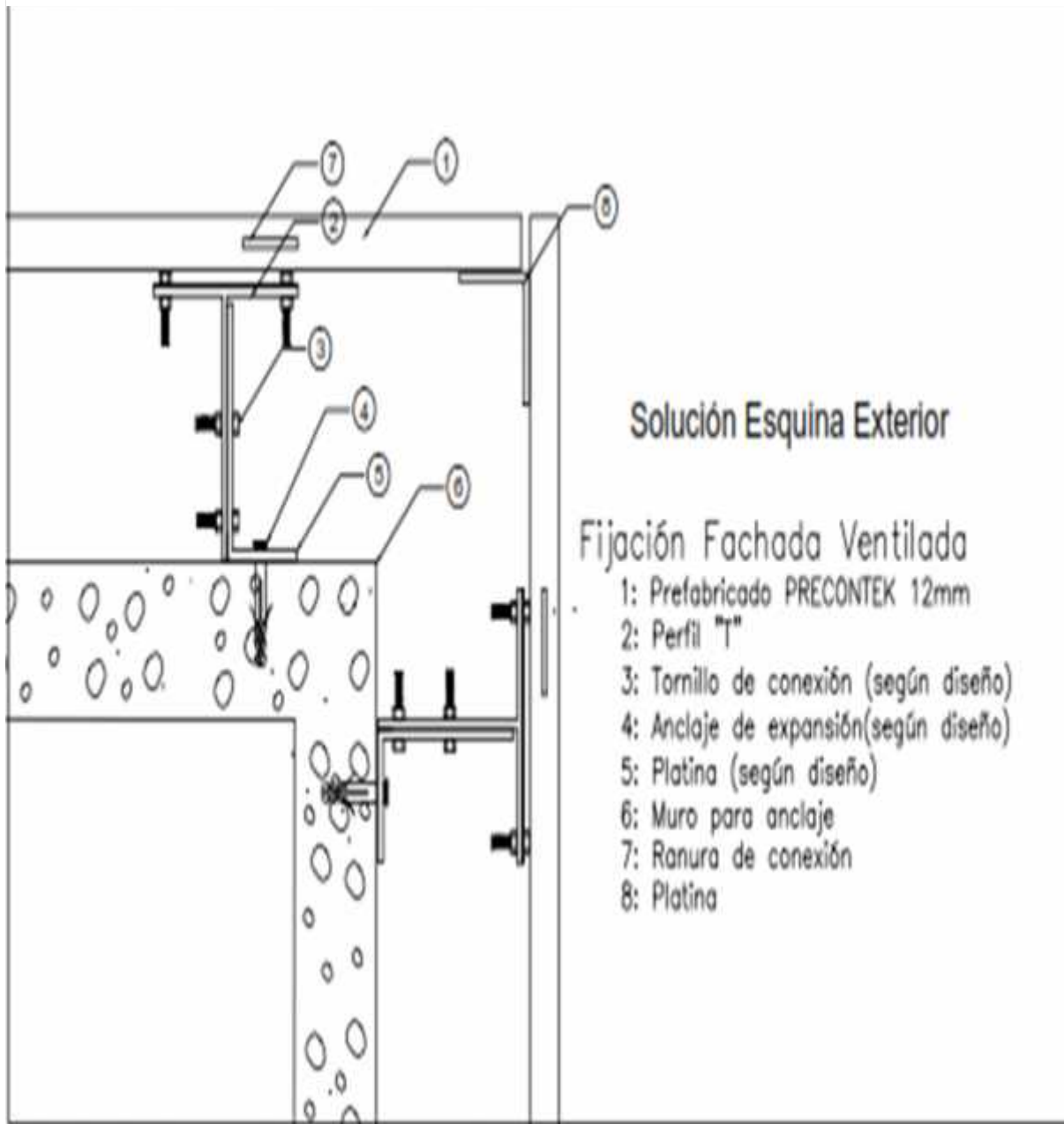


Fuente: Autores, 2016

Arranque de fachada con grapa cerrada.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

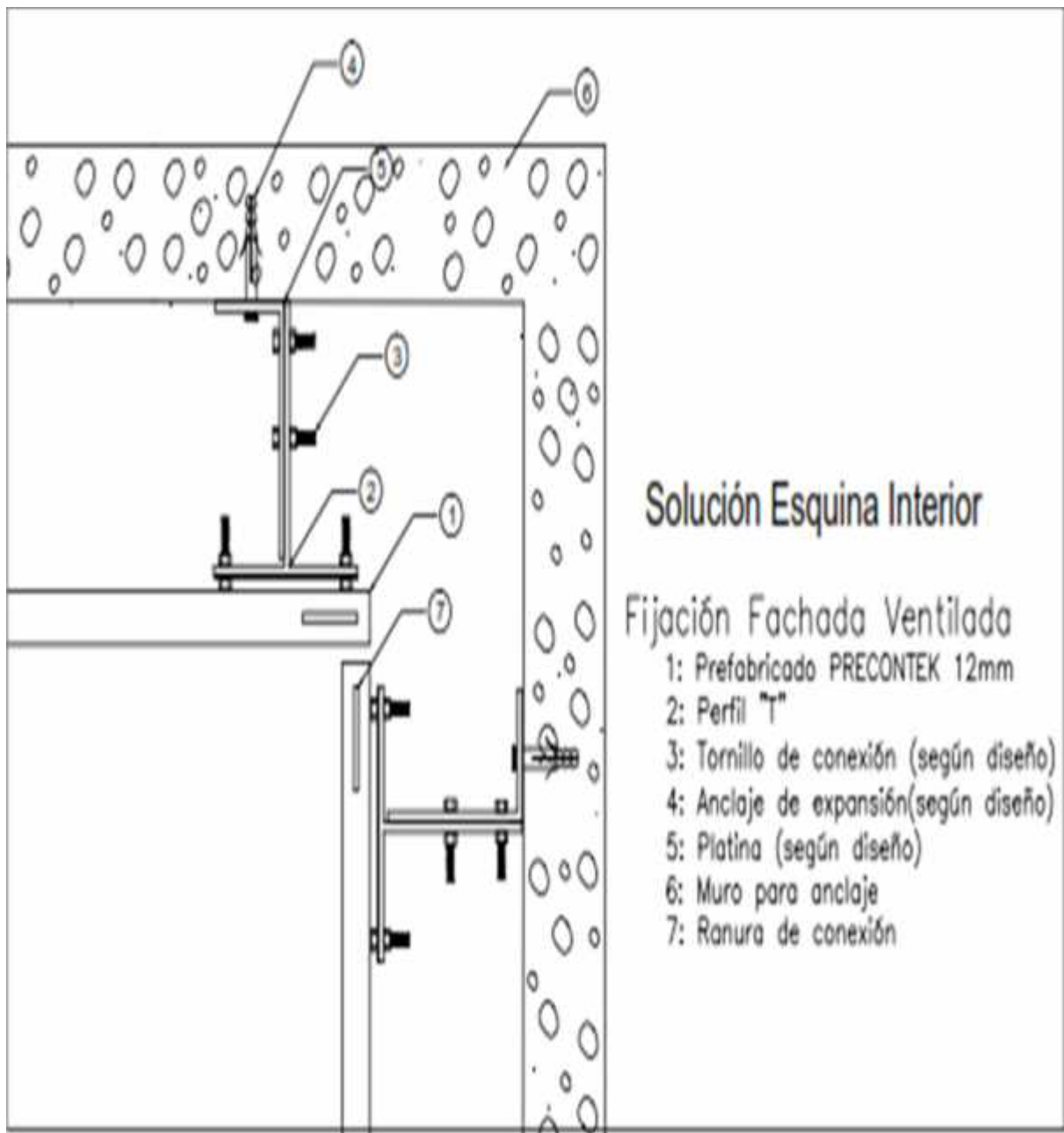
IMAGEN 30 Solución Esquina Exterior



Fuente: Autores, 2016

Solución de la esquina exterior por medio de un ángulo de conexión entre los prefabricados.

IMAGEN 31 Solución Equina Interior

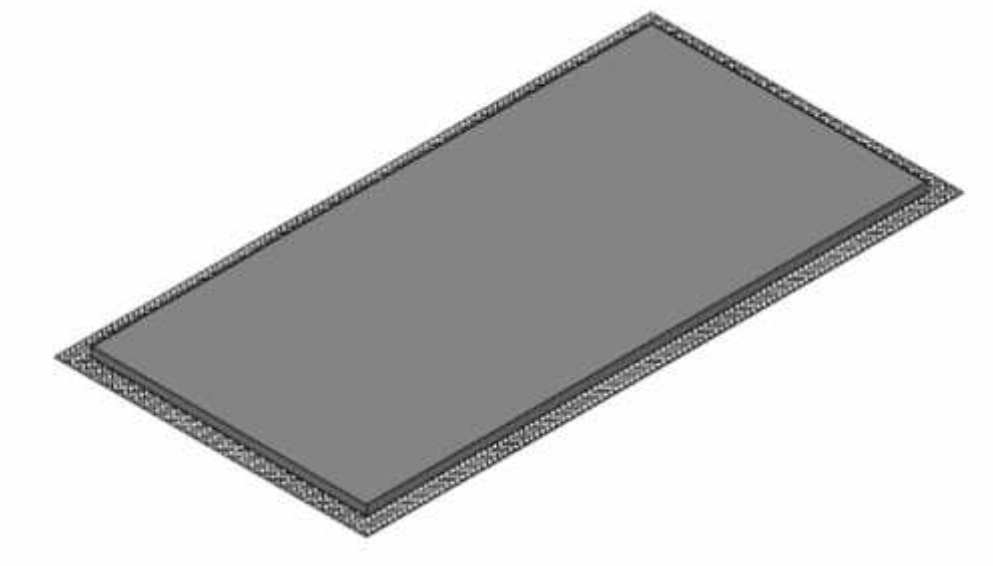


Fuente: Autores, 2016

Solución de la esquina interior con grapa sencilla y prefabricado de ranura cerrada.

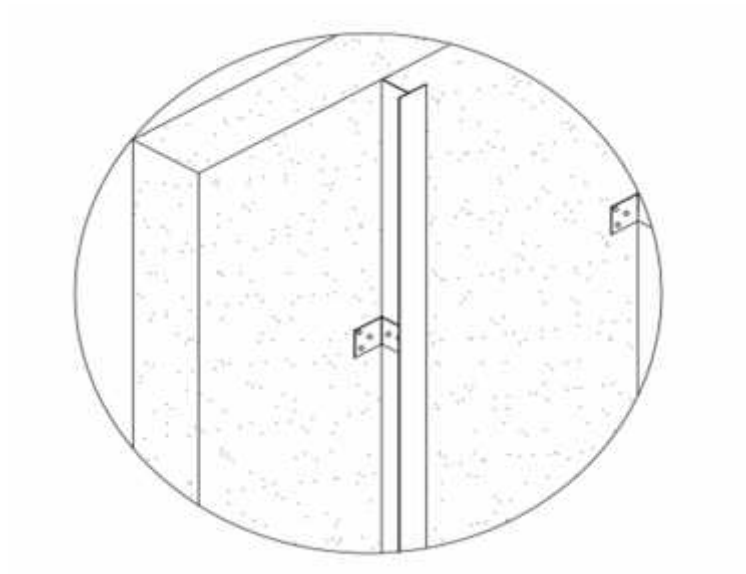
PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

IMAGEN 32 Prefabricado desencofrado



Fuente: Autores, 2016

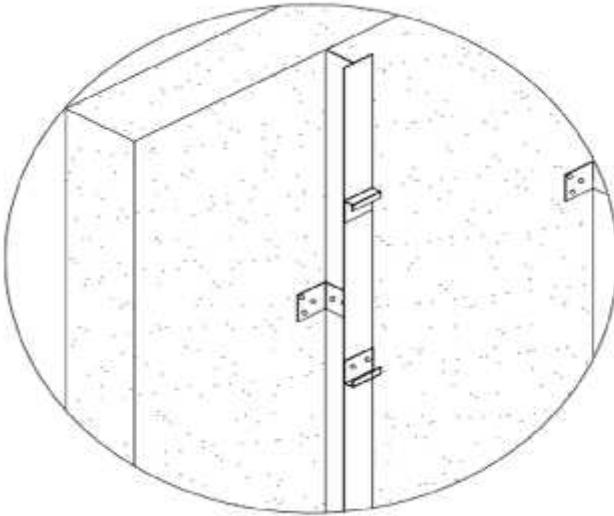
IMAGEN 33 Detalle ángulo y perfil



Fuente: Autores, 2016

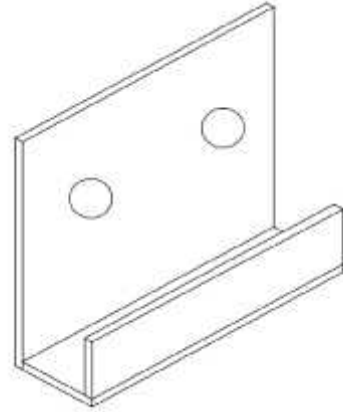
PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

IMAGEN 35 Angulo, perfil y grapa



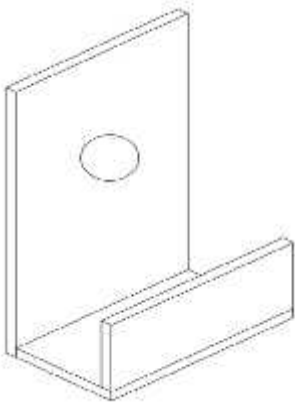
Fuente: Autores, 2016

IMAGEN 34 Grapa doble para unir dos prefabricados



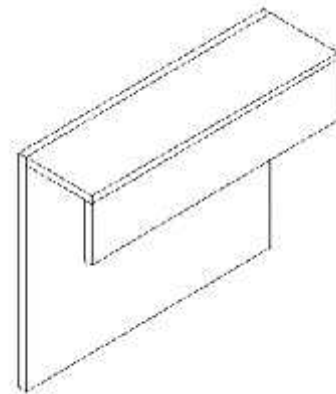
Fuente: Autores, 2016

IMAGEN 37 Grapa sencilla para remate de esquinas



Fuente: Autores, 2016

IMAGEN 36 Grapa doble para unir prefabricados por encima



Fuente: Autores, 2016

Discusión y Recomendaciones

El resultado ha sido satisfactorio hasta este punto y por eso que se quiere hacer hincapié en un análisis del uso de fachadas ventiladas en la escena constructiva, esta es una de las mayores tendencias en la actualidad, aludiendo a los ahorros energéticos que permite el uso de la misma y para lograr resultados arquitectónicos estéticos.

Los prefabricados realizados en esta investigación alcanzaron un peso de 24 kg/m^2 , superando otros sistemas que alcanzan hasta los 32 kg/m^2 , algo positivo dentro de lo que se planteaba en este proyecto.

La elaboración de un prefabricado propuesto en esta investigación alcanzo los 6.544\$ pesos colombianos, teniendo así una referencia clara de que se pueden elaborar prefabricados para hacer una fachada ventilada a un precio mucho más económico que los elevados precios convencionales.

Un m^2 de fachada ventilada con el sistema de fijación y el prefabricado propuesto en esta investigación sin mano de obra oscila los 87.218 \$ pesos colombianos.

El acabado de los prefabricados de esta investigación se tomó en gran parte de los envases de jugos suministrados a los asistentes en el 4to Seminario Internacional de Construcciones Arquitectónicas “Sistemas Industrializados” demostrando así que se puede alargar el ciclo de vida útil de un material potencialmente reciclable.

El prefabricado alcanzo un tiempo estimado de 5:20 minutos como máximo después de ser expuesto al agua, aparte de la ventaja que esto trae en la limpieza y mantenimiento del elemento.

El prefabricado mantuvo una tendencia de estar por encima de la temperatura ambiente en 2°C en las pruebas con el medidor laser.

Al igual que los otros sistemas, este también puede manejar el de grapa a la vista o grapa oculta, emulando resultados de los sistemas convencionales.

El prefabricado mantuvo un buen comportamiento en la prueba de combustión, a pesar de tener solo 12 mm de espesor, no sufrió ningún cambio relevante por la otra cara demostrando su buena resistencia.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Se recomienda un estudio más detallado de este elemento si se quiere manejar en formatos más grandes, puesto que el factor esbeltez entra a jugar un rol muy importante, posiblemente algún tipo de arrostramiento con un perfil o un elemento que pueda rigidizar el prefabricado en la parte posterior.

Se recomienda en el caso de pigmentar los prefabricados seguir las recomendaciones del fabricante de dichos pigmentos para obtener las tonalidades deseadas.

Se recomienda que los prefabricados de ranura continua tengan un tiempo para desencofrarse mayor a los de los de ranura cerrada, puesto que las esquinas son más “débiles” y necesitan un mayor tiempo de secado en el molde.

Se recomienda emplear los ensayos de “túnel de viento” tal como lo estipula la norma U.N.E. para edificaciones.

Se recomienda el estudio previo del aislante a utilizar en la superficie a revestir (lana de roca, poliuretano inyectado, fibras y demás) esto debido a las condiciones climáticas del lugar donde se encuentra la edificación.

Se recomienda hacer un análisis detallado de la fachada a revestir y una modulación cautelosa para así evitar contratiempos y problemas en el momento de la instalación de los prefabricados.

Se recomienda almacenar los prefabricados en ambientes que no contengan humedad o ningún tipo de alteración climática.

Se recomienda utilizar todo tipo de protección en el proceso de fabricación de los elementos para fachada, puesto que se expone seriamente a silicatos y fibras los cuales puede generar en algunas personas algún tipo de reacción o alergia.

Referencias Bibliográficas

- Bobadilla, E. M. (2007). *FACHADAS VENTILADAS Y APLACADOS.REQUISITOS CONSTRUCTIVOS Y ESTANQUEIDAD*. Murcia: Consejería de obras Publicas .
- Fernandez, M. B. (2010). LOS SISTEMAS DE CERRAMIENTO DE FAHADS VENTILADAS Y EL C.T.E. *CONARQUITECTURA*, 6.
- Giancola, E. (20 de 09 de 2010). *Tesis Doctoral EL COMPORTAMIENTO ENERGETICO DE UNA FACHADA VENTILADA DE JUNTAS ABIERTAS*. Obtenido de Tesis Doctoral : www.tesis.com
- Hurtado, J. F. (15 de 09 de 2010). *Tesis Magister PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGON PARA FACHADAS*. Obtenido de Tesis Magister: www.tesis.com
- March, C. P. (01 de 05 de 2009). *Tesis Doctoral LA HOJA INTERIOR DE A FACHADA VENTILADA*. Obtenido de Tesis Doctoral: www.tesis.com
- Maximiliano Follis, J. P. (2002). *HORMIGON REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO*.
- Meyer-Bohe, W. (1967). *PREFABRICACION* . Barcelona: BLUME-TUSET.
- Meyer-Bohe, W. (1969). *PREFABRICACION II*. Barcelona: BLUME-TUSET.
- Montoya, J. P. (15 de 05 de 2013). *Tesis Especializacion ESTUDIO DEL MERCADO DE LOS PREFABRICADOS EN COLOMBIA FRENTE A EL MERCADO MUNDIAL*. Obtenido de www.tesis.com
- Moreno, J. A. (2012). *El PANEL PREFABRICADO COMO MATERIAL DE CERRAMIENTO EN FACHADAS*. Caracas .
- Noticreto. (2012). APLICACIONES NOVEDOSAS: PANELES PREFABRICADOS DE CONCRETO. *NOTICRETO*, 4.
- Noticreto. (2013). AVANCES EN LA PREFABRICACION: LAS FIBRAS DE VIDRIO COMO REFUERZO DEL CONCRETO EN FACHADAS. *NOTICRETO*, 3.
- Oria, A. A. (15 de 06 de 2011). *LA EVOLUCION DE LAS FACHADAS VENTILADAS, NUEVOS MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS*. Obtenido de LA EVOLUCION DE LAS FACHADAS VENTILADAS, NUEVOS MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: www.tesis.com
- Resistentes, C. A. (2010). Titulo B Cargas. En C. A. Resistentes, *Norma Sismo Resistente NSR-10* (pág. 88). Bogota.
- Resistentes, C. A. (2010). Titulo C Concreto Estructural. En o. A. Resistentes, *Norma Sismo resistente NSR-10* (pág. 578). Bogota.
- Rigido, A. d. (2014). GUIA DE EJECUCION DE FACHADAS VENTILADAS CON PRODUCTOS AISLANTES DE POLIURETANO. *GUIA DE EJECUCION DE FACHADAS VENTILADAS CON PRODUCTOS AISLANTES DE POLIURETANO*, 1-22.

PREFABRICADOS DE GRC PARA FACHADA

Rodriguez, A. Z. (2011). *Potencial de reciclaje de envases multicapas de las estaciones de transferencia coyacan y xochimilco del distrito federal* . Mexico D.F.: Insituto de ingenieria UNAM .

Rodriguez, R. J. (15 de 09 de 2006). *Tesis Doctoral PANELES PREFABRICADOS PARA FACHADAS CON HORMIGON DE ALTAS PRESTACIONES*. Obtenido de www.tesis.com

Torroja, I. E. (2010). *CATALOGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL C.T.E.*

Zurita, C. M. (30 de 09 de 2011). *Tesis Magister LA INTERFASE HUECO-MACIZO EN FACHADAS VENTILADAS DE HOJA INTERIOR LIGERA*. Obtenido de Tesis Magister: www.tesis.com

Anexos

Anexo 1 Concreto Reforzado Con Fibra de Vidrio (PRETECSA)

Anexo 2 Concreto Reforzado Con Fibras Sika

Anexo 3 Ecoplak Ficha Técnica Laminas 2009

Anexo 4 Los Sistemas de Cerramiento de Fachadas Ventiladas y el CTE

Anexo 5 Características del Hormigón Polímero

Anexo 6 Cemix Color Para Cemento

Anexo 7 El Color Del Concreto

Anexo 8 Fachada Ventilada Bercia

Anexo 9 Paneles