



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Maestría en Construcciones
Programa Especial de Titulación**

Paneles para revestimientos de fachadas, fabricados en base a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.

**Tesis previa a la obtención del grado de
“Magister en Construcciones”**

**AUTOR: Arq. José Eleodoro Romero Macas
CI: 0102685161**

**DIRECTOR: Dr. Arq. Juan Felipe Quesada Molina
CI: 0102260148**

**Cuenca - Ecuador
Abril 2018**



RESUMEN

La presente investigación trata de dar nuevas alternativas de construcción, así se propone la elaboración de paneles con fibras sintéticas para revestimientos de fachadas, se plantea reemplazar los componentes tradicionales como las fibras de hierro por fibras sintéticas adicionándolas al hormigón. Estos paneles aportaran a la construcción algunos beneficios como: versatilidad, menor tiempo de construcción y por lo tanto menor costo menor. Se determinó las características del hormigón en estado endurecido, para evaluar el desempeño con fibras y sin ellas, analizando la resistencia a la compresión, a la tracción indirecta, flexión y modo de elasticidad. Se aplicó la tecnología del hormigón convencional, para el hormigón obtenido con la adición de las fibras, de acuerdo a las normas establecidas para los diferentes ensayos mecánicos. Los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio de Ingeniería y Arquitectura, obteniendo resultados que demuestra que las fibras proporcionan mayor resistencia a la compresión, en el caso de las fibras de nylon y polipropileno mejoraron más del 50% en relación al hormigón testigo, por la tridimensionalidad de las fibras, además no se corroe ni se descompone. En lo relativo a la flexión se obtuvieron resultados de incremento de hasta el 22,13% en probetas y en paneles hasta de un 21.08 % y si proyectamos los paneles con espesores de fibras más gruesas del utilizado llegaríamos hasta un 142.17%. Se concluye por lo tanto que es viable el uso de las fibras sintéticas para la fabricación de paneles prefabricados para su uso dentro de la construcción.

PALABRAS CLAVES:

Paneles, Hormigón, Fibras sintéticas, Resistencia, Mezclas, Dosificaciones



ABSTRACT

The present investigation tries to give new alternatives of construction, thus the elaboration of panels with synthetic fibers for façade cladding is proposed, it is proposed to replace the traditional components such as iron fibers by synthetic fibers adding them to the concrete. These panels will contribute to the construction some benefits such as: versatility, shorter construction time and therefore lower cost. The characteristics of the concrete in hardened state were determined, to evaluate the performance with fibers without them, analyzing the resistance to compression, to the indirect traction, bending and mode of elasticity. The technology of conventional concrete was applied for the concrete obtained with the addition of fibers, according to the standards established for the different mechanical tests. The tests were carried out in the Engineering and Architecture laboratory, obtaining results that demonstrate that the fibers provide greater resistance to compression, in the case of nylon and polypropylene fibers improved more than 50% in relation to the control concrete, by the three-dimensionality of the fibers also does not corrode or decompose. Regarding the flexion, results of an increase of up to 22.13% in test pieces and panels up to 21.08% were obtained and if we project the panels with thicknesses of thicker fibers than the one used, we would reach 142.17%. It is concluded therefore that the use of synthetic fibers for the manufacture of prefabricated panels for use within the construction is feasible.

KEYWORDS:

Panels, Concrete, Synthetic fibers, Resistance, Mixtures, Dosages.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLA DE CONTENIDOS.....	iv
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	vii
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
CAPITULO I	
1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.3 HIPÓTESIS.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivo específico	5
1.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	5
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO: APLICACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA FABRICACIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRAS SINTÉTICAS.	
2.1 APLICACIONES DE SISTEMAS DE PANELES PREFABRICADOS A LA CONSTRUCCIÓN	10
2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL.....	10
2.1.2 A NIVEL NACIONAL.....	20
2.2 CONCEPTOS GENERALES.....	23
2.2.1 Paneles prefabricados.....	23
2.2.2 Componentes del hormigón.....	24
2.2.2.1 Agregados.....	24
2.2.2.2 Cemento.....	26
2.2.2.3 Agua.....	26



2.2.2.4	Fibras.....	26
2.3	PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS.....	26
2.3.1	FIBRAS SINTÉTICAS.....	26
2.3.1.1	Fibra de Polipropileno.....	26
2.3.1.2	Fibra de Nylon.....	28
2.3.1.3	Fibras de caucho reciclado.....	30
2.3.2	OTRAS FIBRAS.....	31
2.3.2.1	Fibra de vidrio.....	31
2.3.2.2	Fibra Metálicas Dramix.....	32
2.3.2.3	Fibra de Cabuya	36
2.4	INVESTIGACIONES SIMILARES.....	39
2.4.1.	Ensayos con fibras sintéticas.....	39
2.4.2	Ensayos con fibras de caucho reciclado.....	40
2.4.3	Ensayos con fibras de nylon.....	40
2.5	CONCLUSIONES.....	42

CAPÍTULO III

3. PASOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	ELABORACIÓN DE HORMIGÓN.....	43
3.1.1	Ensayo a la Granulometría.....	43
3.1.2	Dosificación del Hormigón por m ³	46
3.1.3	Elaboración de vigas, cilindros y paneles reforzados con fibras.....	47
3.2	TOMA DE DATOS Y DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.....	53
3.2.1	Ensayos a la compresion, flexión, tracción indirecta y módulo de elasticidad y relación de poisson de hormigones con fibras.....	53
3.2.1.1	Ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a las normas ASTM C39 y TÉCNICA ECUATORIANA (NTE INEN 1573:2010).....	54
3.2.1.2	Ensayo de resistencia a la Tracción Indirecta de acuerdo a la Norma ASTM C496.....	60
3.2.1.3	Ensayo de resistencia a la flexión de acuerdo a las normas ASTM C 78 Y TÉCNICA ECUATORIANA (NTE INEN 2554:2011.....	63



3.2.1.4	Ensayo módulo de elasticidad y relación de Poisson.....	71
3.3	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE HORMIGÓN.....	74
3.4	APLICACIÓN DE SISTEMAS DE ANCLAJES A LA TABIQUERÍA ESTRUCTURA	77
3.5	CONCLUSIONES.....	80
CAPITULO IV		
4	FACTIBILIDAD ECONÓMICO DEL HORMIGÓN CON FIBRAS.....	82
CAPITULO V		
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
	ÍNDICE DE TABLAS.....	95
	ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	96
	ÍNDICE DE IMÁGENES.....	97
	ÍNDICE DE ESQUEMAS.....	100
	ANEXOS.....	101



CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Arq. José Eleodoro Romero Macas, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASE A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, abril de 2018

Arq. José Eleodoro Romero Macas

C.I: 0102685161



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Arq. José Eleodoro Romero Macas, autor del trabajo de titulación "PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASE A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, abril de 2018

Arq. José Eleodoro Romero Macas

C.I: 0102685161



DEDICATORIA

“Al dueño de la sabiduría, por permitirme un poco de conocimiento... Dios”
A mis hijos la razón de mi superación: Antonella, Jhossett y José Alexander.

A mis padres Delia y Porfirio por su infinito apoyo.

A mi esposa Fany por su apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la culminación del presente proyecto y de manera especial a mi Director Dr. Arq. Felipe Quesada Molina que sin su ayuda no hubiera sido posible realizarla, un profundo agradecimiento para todos.



CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El uso del hormigón prefabricado empleado como paneles de fachada para edificios se utilizó ya desde principios de los años 50, se puede resaltar el hecho, de que el uso más generalizado del hormigón como un material para fachada se dio durante el modernismo, bajo el impulso de arquitectos como Le Corbusier y Aalto, se evidencia que la arquitectura racionalista y la expresividad fueron los motivos que guiaron los diseños de las fachadas en la arquitectura de esa época. La aparición que marco realmente la importancia del uso de hormigón en fachadas fue con el arquitecto Le Corbusier en sus unidades de vivienda de Marsella 1952 (Sánchez, 2010). Y en los años 60 en Estados Unidos, James Romualdi, realizo estudios para añadir fibras cortas al hormigón. Dentro del ACI (American Concrete Instituto) creó varios comités con la finalidad de normalizar su uso extendido en la industria de la construcción y en España, se incorporó en los 70, se usó en el área de pavimentos de uso industrial, puertos, revestimientos de túneles y prefabricados ya que proporcionan al hormigón mejoras en el comportamiento a flexo tracción, incremento de resistencia a tracción y de resistencia a rotura, además con estas fibras se daba control de la fisuración, resistencia al choque e impacto, etc.

En hormigones estructurales, estas fibras proporcionan mayor energía de rotura, mejora de la durabilidad y posibilidad de evitar refuerzo de armaduras. La inclusión de fibras ha alcanzado un alto nivel de importancia. Debido a ello, en la Instrucción de Hormigón Estructural dentro de la norma española hace referencia y recomendaciones para alcanzar un hormigón estructural y utilizando el hierro en cantidades mínimas de acuerdo a su requerimiento (Lozano, 2013)

En los últimos años se ha extendido el empleo de micro fibras poliméricas como el polipropileno que está dentro de las fibras sintéticas para mejorar las propiedades del hormigón en cuanto a la fisuración por retracción plástica que ha sido lo más común. De acuerdo a la definición EHE 08, "los hormigones reforzados con fibras (HRF) se definen como aquellos hormigones que incluyen en su composición fibras cortas, discretas y aleatoriamente distribuidas en su masa."

Existen estudios que evalúan las propiedades de las fibras adicionadas al hormigón, como componente de refuerzos, utilizando fibras de polipropileno y fibras de nylon dando buenos resultados a la fisuración por retracción plástica, pero no se lograban un buen acabado, con el paso del tiempo se ha ido introduciendo productos de fibras más cortas y delgadas, que no son muy visibles dentro del hormigón, el rango de longitud de la fibra es de aproximadamente de 20 a 60 milímetros.

El uso de las fibras ha ido ganando un lugar dentro la construcción, en países como Estados Unidos, Canadá, Italia, Japón, Madrid entre otros (Centenario, 2012). Endurecimiento de juntas al momento del corte, son resistentes a los medios agresivos con presencias de iones- cloruros, disminuye la capilaridad, reduce la permeabilidad, mejora la resistencia al impacto y en la mayoría de los casos es más económico, no se pudren, no se corroen, la adición de las fibras mejora las propiedades de una dosificación normal sin fibras, dependiendo de las fibras mejora o refuerza al hormigón para mayor eficiencia dentro de la construcción.



El empleo de fibras, para reforzar hormigones en nuestro medio no está muy utilizado, el objetivo principal de este proyecto es la construcción de un panel prefabricado de hormigón con estructura de fibras sintéticas para ser utilizados en fachadas de edificios, propone el adiconamiento de dichas fibras al hormigón que permitirá que los paneles puedan disminuir su espesor, dar versatilidad en el montaje y facilitar su trasportación, con la finalidad de dar una alternativa constructiva para edificios en altura y manteniendo la resistencia y calidad que exigen las normas y aplicando al uso de fibras adicionado en hormigones, se determinara las características y la factibilidad de dichos paneles. Se realizaran ensayos de compresión y flexión de acuerdo a la norma NMX-C-161-155- ONNCCE, para lo cual se debe realizar dos muestras por cada ensayo dentro de los cuales cada uno debe cumplir con la norma NMX-C-160 y 159- ONNCCE, donde regula los parámetros del ensayo, sus procesos de curado y elaboración de la muestra.

Como ya se mencionó anteriormente se realizará ensayos con fibras sintéticas, utilizando la norma que respectivas para fibras Poliméricas UNE-EN 14889-2. Para ello se han seleccionado tres fibras: polipropileno, nylon y caucho reciclado, además se analizara con relación a otras fibras como la celulosa (fibra de vidrio) de las cuales también se realizarán ensayos para los análisis respectivos. Para la elaboración de estos paneles prefabricados de hormigón reforzado con fibras sintéticas, en primera instancia se analizará las propiedades de las fibras y componentes a utilizar en los diseños de hormigón, que permitirán determinar la dosificación a ser utilizada en los diferentes ensayos, para luego proceder a la fabricación de vigas, cilindros y paneles, que después de 28 según la norma serán sometidos a pruebas de compresión, flexión, tracción indirecta y módulo de elasticidad y relación e poisson, los mismos que se realizaran en el laboratorio de ingeniería civil de la Universidad de Cuenca. Para éste estudio es importante recalcar que se tomara como referencia de resistencia de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, con agregado fino de tamaño máximo nominal de 10 mm (3/8"). Las características del hormigón serán analizadas a los 7, 14 y 28 días en estado endurecido, para evaluar el desempeño del hormigón obtenido al adicionar las fibras y sin ellas. Una vez obtenido los resultados del proceso de experimentación de los diferentes diseños, se realizar la valoración estadística, esto nos dará una variable valorativa que permitirá determinar el diseño que tenga las mejores características y poder realizar las observaciones y conclusiones de estos ensayos que es el objetivo de este estudio.

De acuerdo con la investigación realizada, se puede mencionar algunas ventajas para el uso de las fibras sintéticas en el hormigón:

- Controla el agrietamiento.
- Reemplaza la malla electro soldada en algunas aplicaciones.
- Posee distribución tridimensional uniforme que permite un mejor control de grietas y rupturas.
- Reduce el encogimiento del concreto en el estado plástico y/o endurecido y también la permeabilidad.
- Mejora la resistencia al impacto, ductilidad, resistencia a la fatiga y dureza.
- Acción cohesiva y aglutinadora de la mezcla.

De acuerdo con estos datos y al considerar que todas las edificaciones se construyen por métodos convencionales, la presente investigación trata de impulsar otra alternativa de



construcción, la misma que propone conseguir remplazando sus componentes tradicionales como es el de hierro por fibras sintéticas, que aportaran a la construcción, además se podría tener en costo menores analizando las diferentes variables dentro de la construcción.

1.2 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

En nuestro medio no se realiza paneles elaborados con fibras sintéticas, sino más bien se sigue manteniendo la construcción tradicional, lo que no permite dar un avance tecnológico, artesanal o industrial en la construcción con sistemas nuevos, con un mínimo de desecho de escombros y con materiales que se dispongan en nuestro medio. En años anteriores las construcciones prefabricadas eran pocas seguras y estéticas ya que permite múltiples acabados y ha evolucionado una construcción rápida, segura y eficaz. No se requiere ser industrializada solamente seriado para construcción y así alcanza una nueva visión del mercado y pone a disposición del constructor para que valore las unidades del panel a utilizar en cada construcción. El hormigón con fibras permite dar mayores ventajas al hormigón tradicional y de acuerdo al punto vista ecológico hay una reducción sustancial de residuos de desperdicio como reducción en el tiempo de fabricación, formatos más versátiles, y montaje en la obra con menor costo en relación a lo existente y que se maneja en nuestro medio. Además existen en otros países fábricas pero en formatos grandes el cual se debe manejar con grúas y en nuestra investigación es muy fácil de elaborar y transportar y por ende su colocación

Para la elaboración de cualquier estructura en hormigón, los cálculos se realizan separando por un lado el armado, que será el que resista los esfuerzos a tracción, flexión, cortante, etc., y por otro lado el hormigón, que es la parte del sistema que resiste los esfuerzos a compresión. En el caso del hormigón para los paneles propuestos, es el propio hormigón el que va a soportar tanto los esfuerzos a compresión como los de tracción, flexión etc. Es decir, convertimos un material frágil en un material con unas mejores características a diferencia del hormigón armado tradicional, donde la armadura colabora de manera anisótropa (en una o dos direcciones según el tipo de estructura), el refuerzo con fibras muy ventajosa. Por lo que en la actualidad las fibras han ido ganado espacio en el campo del hormigón, que se han podido reflejar en los resultados de los ensayos realizados:

- EFNARC de punzonamiento – flexión (absorción de energía).(Carmona Malatesta, Aguado de Cea, Molins Borrell, & Cabrera Contreras, 2009)
- Piezas prefabricadas tipo paneles de cerramiento y muros, piezas arquitectónicas complejas en escaleras y, en general, productos de hormigón prefabricado con carácter de tridimensionalidad como un material isótropo. Permitiendo eliminar los mallados de reparto de la capa de hormigón por hormigón fibra - reforzado. o simplemente reforzarlo.
- Además hormigones que esté sometido a aguas marinas etc. Son ventajas de las fibras.

Con la aparición de las fibras sintéticas, se abren nuevas alternativas las cuales tiene algunas ventajas que se describe a continuación:

- Menor dosificación en kilos de fibra/m³ de hormigón.
- Menores riesgos en su manipulación
- Riesgo nulo de oxidación y degradación.
- Menor costo por m³ de hormigón.

Las fibras sintéticas no sufren procesos de oxidación y son mucho más estables químicamente, garantizan de manera mucho más efectiva la durabilidad del sistema (mantenimiento de propiedades con respecto a la vida útil). Esta afirmación fue comprobada por el Dr. Stefan Bernard, quien determinó luego de su investigación, que el comportamiento a largo plazo en términos de durabilidad de muestras fabricadas con fibra metálica y con fibra sintética, son diferentes, así, la capacidad de absorción de energía de las muestras con fibra metálica después de un año se había reducido prácticamente a la mitad y las muestras con fibra sintética mantenían prácticamente el 100% de su capacidad para absorber energía.

Las Investigaciones actuales con fibras sintéticas de polipropileno (Sivakumar A. 2007), han demostrado que las adiciones en volúmenes de 0,1-0,5% como refuerzo secundario en el hormigón, pueden mitigar las tensiones de tracción desarrolladas en el proceso de secado. Otros estudios (Aly T. y Sanjayan JG. 2010), ver gráfico 1.1 y 1.2, afirman que la adición de fibras de polipropileno aporta a la mejora de las propiedades resistentes a la formación de fisuras en el hormigón la edad temprana, sin embargo, también registraron que las adiciones de dichas fibras de PP incrementaban la permeabilidad hormigón provocando una considerable pérdida de humedad, la cual tienden a aumentar las retracciones totales a edades posteriores.

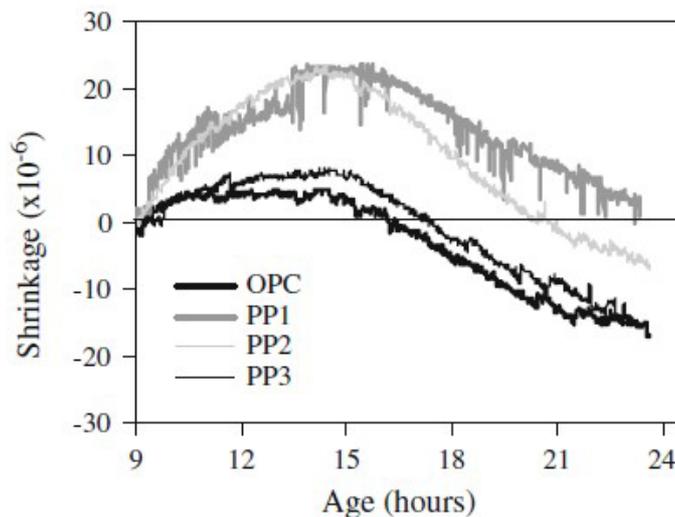


Gráfico 1 Pequeñas expansiones en las primeras 6 horas y las retracciones Aparecen a las 9 horas (Aly T. y Sanjayan JG. 2010).

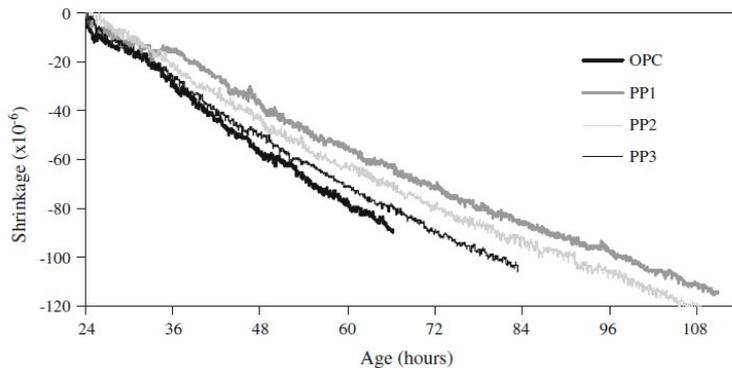


Gráfico 2 Aumento de retracción por permeabilidad en el hormigón por adición de Fibras de polipropileno (Aly T. y Sanjayan JG. 2010).

Es fundamental analizar las propiedades, ventajas y la disponibilidad en nuestro medio de las fibras, para luego de la selección de las mismas realizar el proceso experimental. Si bien es cierto se seleccionó tres fibras sintéticas para elaborar los ensayos propuestos en el presente proyecto también se realizará ensayos con la fibra de vidrio que se encuentra dentro del grupo de fibras celulósicas, que permitirán realizar las comparaciones y conclusiones respectivas. Este estudio permitirá así generar un lineamiento diferente de construcción con elementos poco usados o conocidos en nuestro medio, para dar nuevas directrices a la construcción tradicional.

1.3 HIPÓTESIS

Sera que los paneles con fibras sintéticas para el revestimiento de fachadas de edificios, sea una alternativa constructiva nueva, que permita, formato más manejable, montaje más versátil, fácil transporte y menor costo, manteniendo la resistencia y calidad de acuerdo a las normas existentes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar paneles de hormigón con fibras sintéticas para revestimientos de fachadas de edificios en la ciudad de Cuenca

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las propiedades y características de los materiales utilizados para la fabricación de paneles de hormigón con fibras sintéticas.
- Analizar el comportamiento de los paneles de hormigón fabricados en base a diseño de mezclas con 3 fibras seleccionadas para establecer sus propiedades mecánicas.
- Analizar y determinar viabilidad económica de la fabricación de los paneles de hormigón con fibras para comparar con los costos de paneles convencionales.

1.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto manejará una metodología cuantitativa (empírico-analítico), que permitirá analizar y comprobar información y datos, para lo cual se realizará un diseño de



investigación experimental, aplicando un estudio longitudinal, es decir un estudio a lo largo de un período determinado.

El proyecto dentro de su plan de trabajo se encuentra dividido en cuatro etapas:

En la primera etapa se analizará las propiedades de las fibras y componentes a utilizar en los diseños de hormigón. Se revisara estudios sobre el tema, como las diferentes aplicaciones a nivel nacional e internacional

En la segunda etapa se determinará los diseños de hormigones con las diferentes fibras, además se diseñará el hormigón testigo con una resistencia $f'c$ de 210 kg/cm², con base a la norma establecida por el American Concrete Institute (ACI 211.1.-91), que servirá de referencia para las comparaciones y análisis estadístico, con los hormigones adicionados con fibras se realizara un análisis de diferentes fibras como: el dramix, cabuya, caucho reciclado, polipropileno, nylon, fibra de vidrio, el cual nos dará un parámetro para la selección de cuales fibras se profundizará el estudio.

En la tercera etapa que corresponde a la ejecución de los respectivos diseños de hormigón tanto adicionado con fibras y sin ella, se fabricara así con moldes previamente normados, vigas, cilindros y paneles, los mismos que serán sometidos a pruebas de compresión, flexión, tracción indirecta y módulo de elasticidad y relación de poisson.

la evaluación de la calidad y propiedades del material propuesto para su utilización como árido mediano proveniente de Paute, este material será sometido a un proceso de tamizado para obtener la granulometría adecuada según las normas y posteriormente se aplicaron los ensayos normados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y el American Society for Testing and Materiales (ASTM), para requisitos de áridos con la finalidad de determinar las características físico - mecánicas del árido propuesto.

Debido al alto % de material fino (material de diámetro promedio a 10.00 mm) que contiene el árido de cantera triturado y a su influencia en el concreto aplicado a las fibras, se verá la alternativa realizar los hormigones con árido 3/8" ya en relación que debe guardar las macro-fibras que según la ACI y norma UNE 83500-2 clasifica las fibras en dos la micro-fibras y las macro-fibras esta segunda con carácter estructural con una longitud de fibra que varía 20 mm. A 60 mm. La cual debe guardar una relación de 3:1 con respecto al tamaño del árido. (UNE_83510=2004 norma española hormigon con fibras Observaciones, Autoriza, Uso, & Documento, 2004).

En la cuarta etapa: en la valoración de las características del hormigón elaborado con las diferentes fibras y tamaños como un patrón de comparación en relación de tamaño de árido y tamaño de fibras a utilizar y esto llevado al espesor del Panel a proponer en nuestro caso de 6 cm. y una posible reducción a 4.5 cm.

Para esta investigación se define como referencia de resistencia de $f'c=210Kg/cm^2$, con agregado fino de tamaño máximo nominal de 10 mm (3/8").

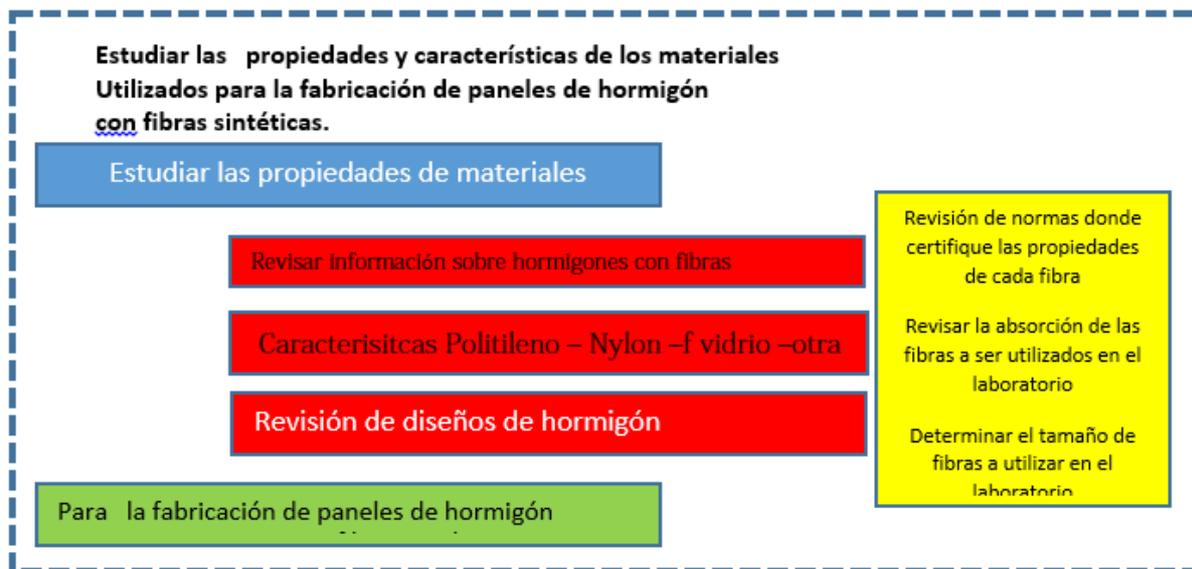
Las características del hormigón serán analizados a los 7, 14 y 28 días en estado endurecido, para evaluar el desempeño del hormigón obtenido al adicionar las fibras y sin ellas: analizando la resistencia a la compresión, y resistencia a la tracción indirecta y flexión.



ÉNFASIS - EJES TEMÁTICOS - TECNOLOGÍAS					
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN		CONCRETO	MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	METALES	MADERA
	MATERIALES	X			
	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS				
	ADMINISTRACIÓN				

Esquema 1 Eje Temático de la investigación

En el esquema 1 se analiza el eje temático de la investigación para ver el campo de investigación donde se detalla las diferentes actividades a seguir para cumplir con los objetivos del estudio.

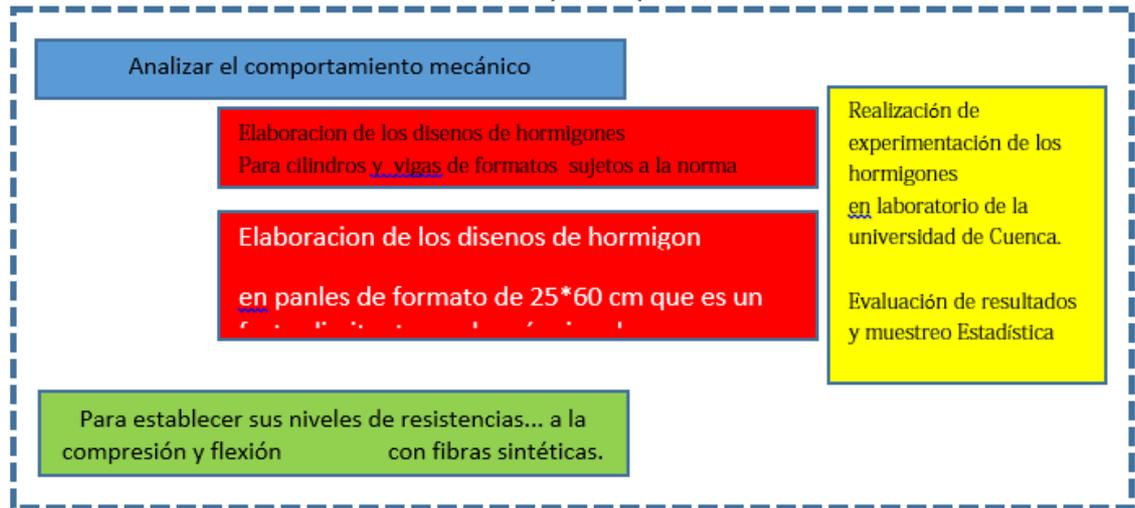


Esquema 2 Descripción representativa del objetivo específico N° 1

- Revisión de características de hormigones elaborados con estructura de fibra sintética en nuestro País y a su vez a nivel internacional dentro del cual se estudiara las características que mejoran al hormigón y cuadro comparativo entre ellos.
- Análisis de Propiedades físicas y mecánicas de las fibras: Nylon, Polietileno, fibra de caucho y Fibra de Vidrio adicionadas al hormigón.
- Determinación de los componentes del diseño del hormigón: grava, arena, cemento portland tipo A.

- Revisión de las normas aplicadas a elementos prefabricados de hormigón con estructura de fibras sintéticas dentro de las cuales se analizara las propiedades y ventajas del uso de fibras en relación al hormigón convencional.
- Determinación del tipo de tamaño de las fibras a utilizar dentro del hormigón.

Analizar el comportamiento mecánico de paneles de hormigón
Fabricados en base a diseño de mezclas con fibras seleccionadas
Para establecer sus niveles de resistencias... a la compresión y flexión.



Esquema 3 Descripción representativa del objetivo específico N° 2

- Determinación de diseños de hormigón para cada fibra para realizar los ensayos según la norma, la misma que se ejecutara en cilindros de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto y vigas de 15 cm de ancho por 15 cm de alto por 53 cm. De longitud, realizado en 2 muestras cada ensayo en el laboratorio los mismo que se realizaran en 7-14-28 días resistencia igual a 210kg/cm²
- Ensayos mecánicos a realizar: ensayos a compresión, a flexión con apoyos a cuatro puntos, tracción indirecta, elasticidad.
- Fabricación de encofrados de madera para la elaboración de paneles a ensayar, ensayo a compresión, flexión con apoyo en tres puntos.
- Dentro del formato a fabricar se realizara de 25 cm de ancho por 60 cm. de largo en un espesor de 6 cm. Y variación de 4,5 en hormigón testigo para ver una alternativa más.
- Experimentación de los diferentes diseños de hormigón con estructura de fibras, proceso, toma de muestras, amasado, dosificación, proceso de elaboración, fuentes para proceso de curado, ensayos respectivos de cada espécimen.
- Valoración de los resultados y análisis estadístico de los diferentes ensayos.



Analizar y determinar viabilidad económica de la fabricación de los paneles de hormigón con fibras para comparar con los costos de paneles convencionales.



Esquema 4 Descripción representativa del objetivo específico N° 3

- Análisis económicos de los diseños elaborados para ver su factibilidad económica en relación al hormigón tradicional mediante un análisis estadístico de las diferentes fibras ensayadas.
- Conclusiones, recomendaciones y posibles líneas de investigación.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO: APLICACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA FABRICACIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRAS SINTÉTICAS.

2.1 APLICACIONES DE SISTEMAS DE PANELES PREFABRICADOS A LA CONSTRUCCIÓN

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

El hormigón prefabricado hoy en día está jugando un papel dominante en la arquitectura moderna pues ofrece al constructor múltiples posibilidades para el diseño de fachadas, a través de una gran variedad de prestaciones técnicas, formatos, colores, texturas superficiales y acabado.

España es uno de los países pioneros en la utilización de paneles prefabricados de hormigón, las principales aplicaciones están en edificación (ya sea residencial o comercial, principalmente), edificios a los que se les quiera dotar de identidad propia a través de una fachada en la que la estética juegue un papel primordial. Una de las empresas que han sobresalido en la producción de prefabricados de hormigón y que comenzó su actividad en la década de los 60 es, Prefabricados Eiros SL que es considerado como líder en la fabricación de paneles prefabricados de hormigón en Galicia – España, ellos proponen los paneles prefabricados de hormigón como elementos lámina de hormigón armado con acero, de dimensiones, espesores (a partir de 8 cm) y pesos variables, basados en el Código Técnico de la Edificación (CTE), pudiendo ser:

- Paneles portantes (forman parte de la estructura del edificio transmitiendo esfuerzos al terreno o la cimentación) o auto portantes (simplemente actúan como cerramiento exterior o partición interior, apoyándose sobre la estructura). (Ver imagen 1 y 2)
- Paneles prefabricados homogéneos de hormigón armado tipo macizo o bien multicapa (con incorporación de aislamiento térmico)
- Paneles prefabricados de hormigón totalmente planos o con configuraciones especiales (curvos, tridimensionales, etc.)

Dentro de los paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico incorporado, se distinguen dos tipos:

- Los denominados con aislamiento térmico parcial, o aligeramiento a base de poliestireno expandido.
- Los de aislamientos con rotura de puente térmico, formado por dos capas de hormigón de 6 u 8 cm., entre la que se inserta un bloque de aislamiento conforme a las exigencias de resistencia térmica que se deriven del cumplimiento del Código Técnico de la Edificación, unidas entre sí por conectores de muy baja transmisividad térmica.



Imagen 1
BERTON – FERROL
Envoltorio de hormigón liso gris de 10 cm de espesor.
Panel Auto portante Macizo acabado liso. Anclaje a estructura atornillado.



Imagen 2
EDIFICIO VALDECORVOS - PONTEVEDRA
Envoltorio de hormigón liso gris + texturizado minionda gris, espesor 10 cm.
Panel Auto portante macizo. Anclaje a estructura atornillado

En cuanto a los anclajes que son los encargados de transmitir las cargas de los paneles a las estructuras, son metálicos y están conectados tanto en los paneles como en la estructura. En este sentido pueden ser independientes, embebidos en el panel o parcialmente embebidos en el panel y en la estructura, su unión puede ser atornillada, soldada o encajada. Así se pueden diferenciar dos categorías:

- **Anclajes resistentes:** aquellos que transmiten la carga del panel a la estructura, también se les conoce como anclajes portantes o anclajes de soporte.
- **Anclajes estabilizadores:** aquellos que controlan la estabilidad del panel, y evitan vuelcos, desplazamientos y vibraciones.

Debido a la dimensión del panel debe tener un mínimo de dos anclajes resistentes y dos estabilizadores, los resistentes suelen ayudar también a evitar el desplazamiento.



Imagen 3

Anclaje a estructura atornillado

El tamaño de las juntas va a depender de la forma de la fachada, aunque por lo general están entre 1 y 1,5 cm. de espesor.

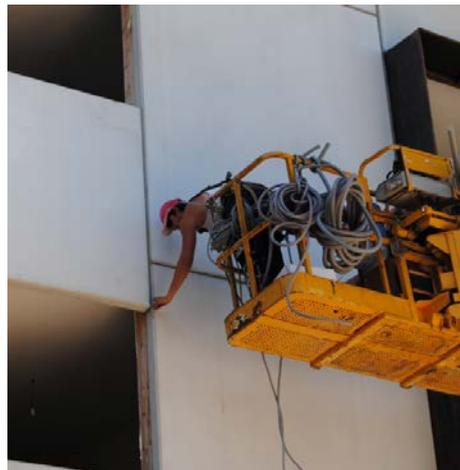


Imagen 4

Juntas. Anclaje a estructura atornillado

La colocación de los paneles es uno de los momentos más importantes de la realización de la fachada prefabricada, el éxito dependerá de la planificación de cada una de sus etapas. Lo ideal es dividirlo por tramos lo cual condicionará también el transporte, se logra colocar diariamente un aproximado que varía entre 60 y 120 m² de fachada, dependiendo de las dimensiones del panel.



Imagen 5
Colocación de paneles

El resultado final dependerá también de los sistemas constructivos adicionales que no contemplan dentro del sistema de prefabricados, sino más estas exigencias deberá seleccionar el arquitecto para completar la fachada por ejemplo el acabado del interior como se proyecta, por lo que es importante mantener una relación entre lo que ofrece el sistema de prefabricados y los sistemas adicionales constructivos. Vale la pena recalcar que la dimensión del panel, su espesor, la forma de colocado y el espesor de la junta dependerán de la forma de la fachada. Hay que destacar el hecho que la planificación de la construcción de la fachada determina también la construcción de piezas especiales para determinados espacios de acuerdo a las características y geometría que venga especificada en proyecto, optimizando el uso de moldes y materiales para conseguir costos controlados y unos productos competitivos.



Imagen 6
Edificio multifamiliar

Obra : 2 edificios para 172 viviendas.VPP.
Cliente : Xunta de Galicia.
Situación: Alto de Garabolos - Lugo
Proyecto: D. Arturo Franco Diaz, Arqto.
Dirección de obra : D. Jose Manuel Villamor Lopez
Constructor : Construcciones Vilamiño,S.A.
Cerramiento : Panel macizo
PM 10 LB
Detalles : Acabado liso gris
Con bisel 10 mm.
Anclaje Soldadol
Ejecución : Junio 2010
Estructura : Hormigón.

El uso de los paneles prefabricados representa una verdadera ventaja frente a la construcción tradicional, dado que permite lograr mejores prestaciones en un tiempo menor y con un perfecto acabado. Las dimensiones pueden variar se puede dar un ancho máximo de 3 m. Y de la longitud que requiera la obra y de 10, 12, 14, 16,18 y 20 cm de espesor. Y pueden ser un panel macizo, un aligerado o sándwich.

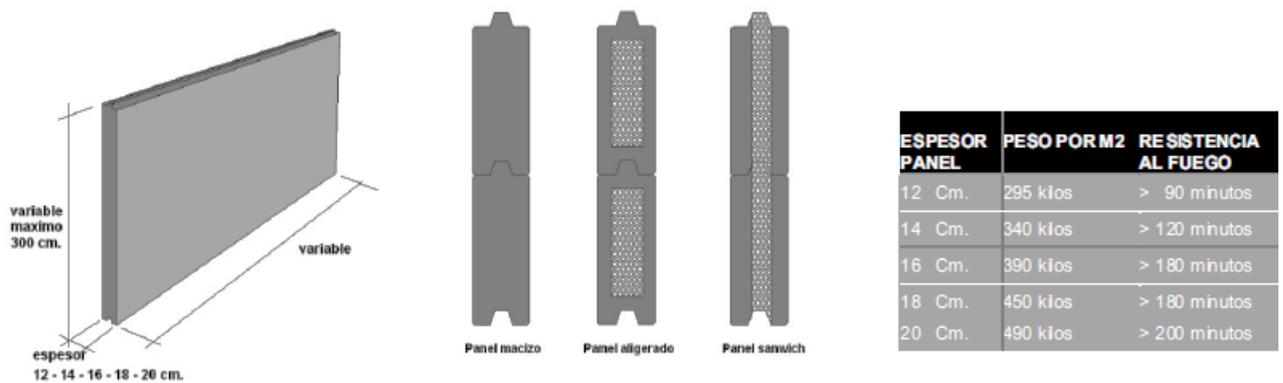


Imagen 7

Tipos de paneles

Polígono Industrial de Lourenza - Lugo

Pueden ser colocados también en estructuras metálicas, en donde para asegurar la correcta transmisión de las cargas a los elementos estructurales del edificio, la utilización de tornillos de anclaje expansivo combinado con pletinas especiales de acero al carbono cincadas es el sistema más utilizado para este tipo de estructuras.



Imagen 8

Nave industrial para fábrica

Polígono Industrial de Lourenza - Lugo

La empresa española TECNYCONTA se dedica a la elaboración de GRC que son las iniciales inglesas de "Glass Reinforced Concrete", es decir, Micro hormigón Armado con Fibra de Vidrio Alkali-Resistentes. Constituye un material compuesto con una matriz de micro hormigón de cemento Portland (componente mayoritario), armado con fibra de vidrio (componente minoritario) dispersa en toda la masa, lo que le confiere a la matriz cementicia una mayor resistencia a la flexión, disminuyendo la fragilidad del hormigón convencional.

El panel GRC es el resultado de numerosas investigaciones en la historia de los materiales compuestos para la construcción, y ha sido ampliamente utilizado en todo el mundo desde su invención a principios de los años 70. Su fácil aplicación, las grandes posibilidades de diseño que ofrece, y sobre todo sus características y propiedades mecánicas, le hacen ser una solución excelente y de gran versatilidad.



El hormigón convencional presenta muy buenas características ante la compresión, pero ofrece muy escasa resistencia a la tracción, por lo que resulta inadecuado para piezas que tengan que trabajar a flexión o tracción. Esta característica ha conducido a numerosas investigaciones y desarrollos para mejorar las resistencias ante estos sometimientos, intentando lograr dentro del mundo de los Materiales Compuestos la solución a esta carencia. Luego de las investigaciones se ha llegado a la conclusión que la fibra de vidrio tiene las mejores condiciones para la creación de un material compuesto debido a:

- Total perdurabilidad, la fibra utilizada es inmune a la acción de los álcalis del cemento.
- Alta resistencia a la tracción y flexión, como consecuencia de las propiedades de la fibra.
- Gran resistencia al impacto, debido a la absorción de energía por los haces de fibra.
- Impermeabilidad, aun en pequeños espesores.
- Resistencia a los agentes atmosféricos.
- El GRC no se corroe ni se corrompe.
- Incombustibilidad, derivada de las características de sus componentes.
- Aptitud de reproducción de detalles de superficie. (Ideal para reproducir formas o imitar superficies como piedra, madera o pizarra).

El panel de GRC se ha convertido en un elemento fundamental por sus enormes ventajas sobre los métodos tradicionales. Actualmente, los usos de los paneles prefabricados GRC se están extendiendo a la construcción de fachadas y cerramientos. El proceso de fabricación es tanto por proyección como por pre-mezclado ó premix, garantizando de esta forma una mezcla homogénea. Se realiza mediante proyección con pistola (que corta la fibra de vidrio y la mezcla con el mortero), sobre un molde de las dimensiones del elemento a fabricar.

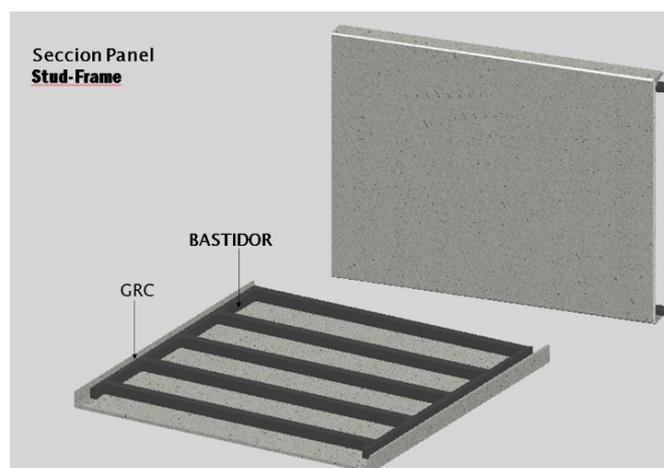
Los paneles de GRC son elementos prefabricados utilizados en fachadas de edificios, revestimientos exteriores o elementos constructivos, sin que formen parte de la estructura resistente. Los principales formatos son:

- **PANEL SANDWICH GRC** (piel de GRC + aislante + piel de GRC). Peso aprox. 60 Kg/m². Espesor = (10mm GRC + Aislante + 10mm GRC). Es un panel que está recomendado en casos en los cuales el panel debe ofrecer sus dos caras a la vista o en aquellos en los que se desea incluir en el panel material para aislamiento térmico y/o acústico. Formado por dos capas exteriores de GRC de aproximadamente 10 mm de espesor y una capa intermedia de aislante (como puede ser poliestireno expandido, lana de vidrio, lana de roca, etc.) llamado **núcleo**, siendo el conjunto de espesor variable en función del grosor del aislante, aunque el más utilizado es de 100 mm ó 120 mm de espesor.

**Imagen 9**

PANEL SANDWICH GRC (piel de GRC + aislante + piel de GRC)

- **STUD FRAME GRC:** (piel de GRC + bastidor tubular) Peso 45-60 Kg/m². Espesor de 120mm (10mm GRC + bastidor tubular). Es un conjunto definido por una capa exterior de GRC de aproximadamente 10-15 mm de grueso rigidizada mediante un bastidor metálico. Ambas partes están unidas mediante conectores metálicos, ganchos de acero galvanizado o cincado a la estructura metálica galvanizada complementaria llamada bastidor tubular, con una separación máxima entre montantes de 60 cm, que es la que se ancla a la estructura principal del edificio, lo que permite posteriormente aplicarle distintos sistemas de aislamiento según los requerimientos de la obra.

**Imagen 10**STUD FRAME GRC: (piel de GRC + bastidor tubular) Peso 45-60 Kg/m²

A diferencia de otros materiales que configuran paneles de fachada, el GRC cuenta, además de cumplir lo estipulado en el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, con una normativa específica a nivel europeo que fue aprobada en 1997 habiendo sido elaborada



por el grupo de trabajo "Glass Fibre Reinforced Cement / Composites Cement – Verre" del Comité técnico CEN/TC-229.

Propiedades de GRC

PROPIEDAD	UNIDAD	PROYECCIÓN	PREMIX
Adición de Fibras	% de Peso	5	3
Flexión : Resistencia a la rotura(MOR) Límite Elástico (LOP)	MPa MPa	20 – 30 7 – 11	10 – 14 5 – 8
Resistencia a la Tracción : Resistencia a la rotura(UTS) Límite Elástico (BOP)	MPa MPa	8 – 11 5 – 7	4 – 7 4 – 6
Deformación: Resistencia Interlaminar Resistencia en Plano	MPa MPa	3 – 5 8 – 11	N/A 4 – 7
Resistencia la Compresión	MPa	50 – 80	40 – 80
Resistencia al impacto	KJ/m ²	10 – 25	10 – 15
Módulo de Elasticidad	GPa	10 – 20	10 – 20
Resistencia a la Deformación	%	10 – 20	10 – 20
Densidad en Seco	t/m ³	1.9 – 2.1	1.8 – 2.0

La mayor de las ventajas que presenta el panel GRC es su alta resistencia mecánica, sobre todo a la flexión y al impacto. Esto permite crear piezas de reducido peso (del orden de entre 1/3 y 1/10 del peso de elementos equivalentes en hormigón convencional) con las mismas o superiores resistencias. Esta ventaja de ligereza va a repercutir, positivamente, sobre diferentes factores de diseño e instalación de las piezas y/o estructuras que soporten el GRC y de las mismas instalaciones (puesta en obra) de las piezas realizadas en este material.

La empresa española PANELTOR patenta la Housing Fórmula es una empresa que trabaja con materiales compuestos y, más concretamente, con GRC (Glass Fiber Reinforced Concrete), es decir, "Hormigón Reforzado con Fibra de Vidrio". Housing Formula tiene como objeto la producción, suministro y montaje de paneles para cerramientos y fachadas



ventiladas de hormigón prefabricado en GRC, así como viviendas y otros productos en GRC destinados al sector de la construcción.

Housing Formula, en su actividad pionera y de investigación y desarrollo, ha sido la primera empresa del mundo en desarrollar un sistema de fachada ventilada con paneles sándwich de GRC que se unen a la pared del edificio mediante un sistema de anclajes de acero inoxidable de cuatro puntos, evitando así el uso de perfilería o listones en la instalación de los paneles.

Las modulaciones de las fachadas ventiladas con paneles sándwich de GRC se hacen a medida y a la voluntad del diseñador y/o arquitecto o promotor, pudiendo dichos paneles reproducir cualquier textura color y forma. Asimismo, los paneles pueden contener los huecos de ventanas y puertas, vueltas, petos, etc. Otra de las ventajas de dichos paneles es su dimensión, pues pueden alcanzar +/-15m².



Imagen 11

Vivienda Unifamiliar Añorga

El Diseño y producción de paneles sandwich de GRC (Glass Reinforced Concrete - hormigón reforzado con fibra de vidrio-) siendo un material compuesto de un mortero especial de cemento hidráulico y cargas minerales calibradas de granulometrías finas, reforzado con filamentos de fibra de vidrio AR (álcali resistente), constando de dos cascara de GRC de 10mm cada una y un núcleo de poliestireno expandido de unos 8cm, siendo el espesor del panel de unos 10cm. Los paneles sándwich se fijarán o anclarán a la estructura del edificio mediante el sistema de fachada ventilada de Housing Formula compuesto por juego de anclajes que consisten en:

Anclaje de carga “U”: Anclaje fabricado en acero inoxidable AISI-304, consta de los siguientes elementos: Ménsula de carga, Cierre de anclaje y Percha de cuelgue.

La ménsula de carga: Este elemento se fija a soporte macizo mediante taco mecánico expansivo M10x120 de acero inoxidable AISI-304. Sobre la ménsula de carga se coloca el cierre del anclaje.

Cierre del anclaje: Constituye la internase o elemento central del anclaje de forjado. Se une de manera solidaria a la ménsula de larga mediante tornillos DIN 933 M8x20 de acero



inoxidable AISI-304. Esta pieza desliza sobre la ménsula proporcionando regulación en profundidad.

Percha de cuelgue: La percha de cuelgue constituye la pieza de unión solidaria entre el elemento de revestimiento GRC y el anclaje de forjado. Posee un tornillo de regulación en altura y dos tornillos de relación lateral. En el extremo inferior de la percha se sitúa el tornillo de amarre o fijación del panel de revestimiento.

Anclaje de apoyo: Los anclajes de apoyo se fabrican también en acero inoxidable AISI-304. Son elementos intermedios que se sitúan entre los anclajes de carga. Constan de dos elementos: Escuadras de regulación y grapas clip.

Escuadras de regulación: Constan de dos escuadras encontradas y unidas solidariamente mediante tornillo, tuerca y arandela. Se fijan a muro soporte mediante el kit de fijación compuesto de tornillo tirafondo DIN 571 de 7 x 90 y tojino de nylon 10 x 80.

Grapa Clip: Pieza que por un lado se une al panel de revestimiento mediante el casquillo de unión al panel y por el otro, "clip" en la escuadra de regulación. El proceso de diseño y producción de los paneles se realizará conforme al Documento de Idoneidad Técnico (DIT) nº 599/13, otorgado por el **Instituto Eduardo Torroja para fachadas ventiladas con paneles de GRC tipo sándwich**. Se fabrican tres tipos de paneles:

A) Paneles tipo lámina rigidizada

Está formado por una lámina de GRC de 10 mm de espesor. En su parte posterior lleva nervios del mismo material que garantizan la rigidez del conjunto. Este tipo de panel se utiliza en dimensiones pequeñas y normalmente para paneles y elementos decorativos como cornisas, jambas, recercados, etc. Su peso teórico varía de 30 a 45 kg/m² en función del acabado superficial y de las dimensiones del panel, y su superficie máxima es de 6 m², con un lado de medida máxima de 3 m.

B) Paneles Stud-Frame

Estos paneles están formados por una lámina de GRC de espesor nominal 10 mm, a la que se le incorpora un bastidor tubular metálico cincado o galvanizado, con una separación máxima entre montantes de 60 cm, en función del cálculo de dicho bastidor. Dicho bastidor está formado por un marco perimetral rigidizado con montantes verticales y/u horizontales, fijado al GRC a través de conectores metálicos de acero cincado o galvanizado, a dicha lámina, con 60 cm de separación máxima. Las soldaduras estarán protegidas con un cincado en frío. El espesor mínimo del panel es de 8 cm, aumentando en función de las dimensiones del panel y justificado mediante cálculo. Su superficie máxima es del orden de 22 m², con una de las dimensiones (altura) recomendable de 3,15 m (que viene determinado por el tipo de transporte) y la otra dimensión de 8 m. Superando la medida aconsejada, los paneles deberán fabricarse con los cálculos justificativos. Su peso teórico varía entre 45 y 60 kg/m², en función del espesor antes mencionado, de las dimensiones del bastidor y del tipo de acabado realizado.

C) Paneles Sándwich

Son paneles formados por un núcleo de poliestireno expandido recubierto por dos láminas de GRC de 10 mm de espesor, siendo el conjunto de espesor variable en función del espesor de aislante utilizado. El espesor más usual es de 100 mm. El interior del panel está reforzado con nervios de 10 mm de ancho. En función de las dimensiones del panel, se



determinará el espesor del aislante y por lo tanto el espesor del panel, las disposiciones de nervios y las fijaciones necesarias. El peso teórico del panel varía entre 60 y 80 kg/m². La superficie máxima es del orden de 16 m², con un lado de altura aconsejable de 3,15 m (que viene determinado por el tipo de transporte) y el otro lado de 5 m como máximo.

Propiedad y Ventajas del GRC:

- Ligereza (unos 8 kg/m²) por su finura (unos 5 mm).
- Suelen ser de grandes dimensiones (hasta 9 m²).
- Rapidez en la instalación.
- Ejecución más sencilla de decoraciones innovadoras con formas irregulares, curvas y peculiares.
- Excelente comportamiento frente al fuego. Constituye una buena alternativa frente a materiales y resinas (tipo poliéster, poliuretano, poliestireno, etc.) que no cumplen las normativas respecto al fuego en decoraciones de interior.
- Mejor apariencia estética. No fisuran ni cuartean.
- Adecuado para interiores con alta humedad ambiental por su poca porosidad.

El GRC tiene que estar regulado mediante un Documento de Idoneidad Técnica (DIT) con el objeto de asegurar las propiedades mecánicas de los paneles y la estanqueidad de la fachada. En España, únicamente, el Instituto Eduardo Torroja, está autorizado por la UEAtc (Unión Europea para la Evaluación de la Idoneidad Técnica) para realizar las pruebas técnicas del GRC y emitir dicho documento y sus revisiones anuales. Actualmente, HOUSING FORMULA GRC está en posesión del DIT N° 599/13 para fachadas ventiladas con paneles sándwich GRC y el DIT N° 600/13 para cerramiento de edificios con paneles de GRC. Además de lo expuesto anteriormente, los procesos de producción del GRC han sido recogidos en las normas técnicas de AENOR.

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional podemos encontrar:

Construcción de casas prefabricadas de hormigón armado Techart (Quito)



Imagen 12
Construcción con prefabricado en Quito

Sistema modular de paredes, columnas y losas prefabricadas de alta resistencia. Son de aplicación rápida, económica y segura; y a su vez adaptables a cualquier diseño de casas, aulas, comedores, campamentos, baterías sanitarias, bodegas, galpones y centros médicos.

Dentro de los sistemas propuestos están:

Sistema CasaHoy Liviana: Pared $e=5\text{cm}$, cubierta aislante.

Sistema CasaHoy Forte: Pared $e=10\text{cm}$, losa $e=15\text{cm}$.

Paneles de micro hormigón (HORMYPOL)

Los paneles de **HORMYPOL** son fabricados con tecnología ecuatoriana, constituidos por dos láminas externas de 12 mm de espesor de **micro hormigón vibro prensado** y una lámina central de 50 mm de **poli estireno expandido**, embebida en cada una de las capas externas de micro hormigón se encuentra una malla hexagonal de acero. En los paneles en los que se solicita o requiere armadura de refuerzo, se incluye también dentro del micro hormigón en una o en ambas caras una malla de acero electro soldado.

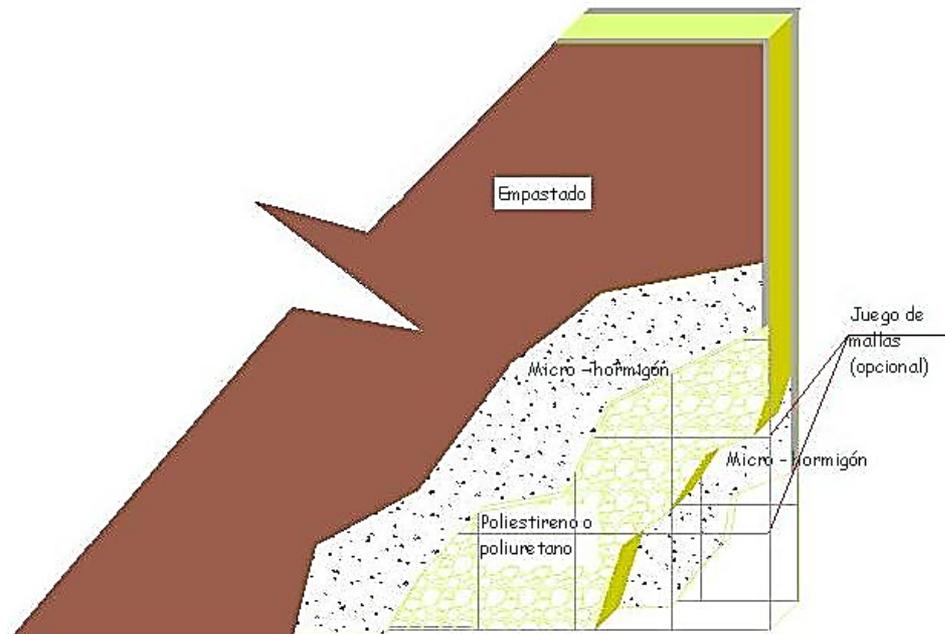


Grafico 3

Detalle grafico de un segmento de panel

Tipo de paneles por la cuantía de acero

Panel simple: Los paneles simples no mantienen ningún tipo de acero de refuerzo en su interior, sino una malla hexagonal de alambre muy fino en cada cara, que cumple la función de evitar fisurados por contracción, así como absorber cierto impacto, sin embargo su estabilidad y resistencia a los agentes atmosféricos es idéntica a las otras presentaciones.

Panel armado: Estos se diferencian de los anteriores porque en una o en ambas caras a más de la malla de impacto, mantiene una malla de acero electro soldada, embebida en el



micro hormigón, produciendo un efecto de blindaje frente a posibles intentos de atravesarla, o de ser destruida por golpes muy fuertes.

Panel de losa de entrepiso: Sin embargo de las altas resistencias obtenidas en el panel simple, se ha diseñado el panel para losa de entrepiso, el que sobrepasa con un factor de seguridad mayor a cuatro los requerimientos de una sollicitación normal, ya que mantiene una malla de acero electro soldada en la cara inferior, y una malla de alambre de 0.5 mm en la superior e inferior.

Dimensiones disponibles

b	1,00m
h	1,30m
e	74mm
W	68m75 kg/m ²
Wt panel 1 x 1,30	89,37 Kg/m ²

Dimensión de sus componentes

Espesor de caras de micro hormigón	12 mm
Espesor de poli estireno interno	50 mm
Espacio de nervaduras transversales internas	150 mm
Espesor de nervio (Macho) en panel	19 mm
Ancho de surco (Hembra) en panel	20 mm
Profundidad o altura de guía (M/H)	12 mm
Paso de malla hexagonal de impacto	15 mm
Ø malla electro soldada en paneles armados	3 – 5,5 mm

Especificaciones técnicas

Resistencia a la compresión	400 – 450 Kg/cm ²
Resistencia a la tracción	90 – 95 Kg/cm ²
Peso específico del Micro Hormigón	2.400 Kg/m ³
Peso específico del poli estireno	13,00 Kg/m ³
Peso específico del panel	0,93 Kg/dm ³
Acero de refuerzo en malla grafilada (ext. y losa)	4.200 Kg/cm ²
Resistencia media del panel a la compresión	158 – 176 Kg/cm ²
Sometido a flexión se obtiene valores de 1.175 Kg de carga uniformemente distribuida sobre el panel previo a su rotura.	

Ventajas del sistema HORMYPOL

Menor tiempo en la ejecución de obra, reducción del costo de construcción, fácil instalación, estabilidad al paso del tiempo, peso reducido, impermeabilidad por su alta densidad, menor huella de carbono y agua, menor impacto ambiental y sistema de cortafuegos.

Disposición de los paneles en la construcción

HORMYPOL lanza al mercado el sistema alternativo para la construcción de paredes exteriores e interiores basados en el armado de todo tipo de tabiquería por medio de paneles de gran dimensión dispuestos de su lado más largo o del más corto procurando que entre ellos provoquen una traba, como si se tratara de una mampostería de bloques o ladrillos de gran tamaño.



Imagen 13
Sistema de trabado

Requerimientos mínimos para su instalación

Soporte de suelo para una pared de $h = 2,6 \text{ m} - 0,25 \text{ Kg/cm}^2$, puede acoplarse a cualquier sistema constructivo existente, esto es madera, acero, hormigón, tapia, ladrillo, bloque, adobe, etc.

Para su acople a otro sistema solo requiere de binchas o chicotes (bastones) de acero que pueden estar fundidos, soldados, empernados, clavados, atornillados, etc., solamente que el diámetro del chicote (bastón) deberá ser por lo menos de 10 mm, por disponerse de uno solo al centro de la pared (1,30 m de altura).



Imagen 14
Acoples



2.2 CONCEPTOS GENERALES

2.2.1 Paneles prefabricados

Elementos ensamblados entre si una vez que han sido fabricados, moldeados, endurecidos y llegados a la edad de un hormigón maduro (28 días).

Los paneles se clasifican según su peso y formato:

- **Peso**

Prefabricados livianos: Elementos pequeños y ligeros destinados a ser colocados de forma manual por uno o dos operarios y cuyo peso es inferior a los 30kg.

Prefabricados semipesados: Elementos destinados a ser colocados utilizando medios mecánicos simples a base de poleas, palancas y cuyo peso es inferior a los 500kg.

Prefabricados pesados: Elementos destinados a ser colocados utilizando maquinaria pesada tales como grúas y cuyo peso es superior a los 500kg. Estos paneles son empleados de acuerdo a las características de los espacios donde van a ser colocados.

- **Formato**

Bloques: Elementos prefabricados para la construcción de muros, son auto estable los cuales no requieren de apoyos adicionales para su colocación. Por ejemplo: bloques de hormigón, bloques de ladrillo hueco, etc.

Paneles: Placas cuya relación entre el grosor y superficie es significativa. Por ejemplo: muros de contención, antepechos, placas de fachadas, placas de yeso, etc.

Elementos lineales: Piezas esbeltas cuya sección transversal es menor en relación a su longitud. Por ejemplo: columnas, pilotes, etc.

2.2.2 Componentes del hormigón

El cálculo del volumen de los materiales determina el volumen de los componentes individuales de un hormigón, en los cuales las cantidades indicadas de cemento, agua, áridos y fibras mezclados en 1 m³ de hormigón fresco más los vacíos posteriores a la compactación realmente sumen un volumen de 1 m³.

2.2.2.1 Agregados

La grava y arena forman la estructura granular cuyos vacíos deberían llenarse con el ligante, este a su vez constituye aproximadamente el 80% del peso y el 70-75% del volumen de hormigón. Los áridos pueden ser de origen natural (fluviales o glaciares), o de trituración; en nuestro caso son de cantera. El uso óptimo del tamaño y la calidad del árido mejora la calidad del hormigón y en algunas ocasiones es necesario proceder a su lavado, clasificación y mezcla para mejorar su comportamiento como esqueleto granular en el hormigón.



Los áridos deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 872.

Tamaño máximo de los agregados

De acuerdo a la norma ASTM, el tamaño máximo del agregado fino, dado en mm, es igual a la abertura del menor tamiz a través del cual pasa el 100% de la muestra. En la práctica se considera que si una pequeña cantidad del agregado es retenido, esto no afectara significativamente las propiedades del hormigón. Normalmente los requerimientos de granulometría están en función del tamaño máximo nominal, que es la abertura del menor tamiz hasta el cual es permitido que haya un retenido total de hasta 5% en peso de la muestra.

En cuanto al agregado grueso este se limita a un tamaño máximo de 40 mm o menos, considerando que tamaños mayores pueden ser utilizados en concretos no reforzados, sin embargo cabe mencionar que a mayor tamaño de partícula existe la probabilidad de encontrar fisuras o fallas en el agregado debido a los procesos de trituración o explotación de los mismos, convirtiéndolo en un material poco factible para la fabricación de hormigones. Por otro lado la mayor parte de equipos están diseñados para ensayar concretos elaborados con un tamaño máximo de hasta 37,5 mm, debido a esto, las partículas de mayor tamaño deben ser retiradas por tamizado, previo al muestreo y ensayo del concreto.

A su vez debido al alto % de material fino que contiene el árido de cantera triturado (diámetro promedio de 10 mm) y a su influencia en el hormigón reforzado con fibras, se decidió utilizar árido de 3/8" (el mismo que entra en el grupo de las macro-fibras), en la cual según la ACI 544, UNE-EN 83510:2004 y la norma UNE-EN 14889-2:2008-clasifica las fibras en: micro-fibras y macro-fibras, teniendo esta segunda un carácter estructural con una longitud de fibra que varía de 20 mm a 60 mm, la cual debe guardar una relación de 3:1 con respecto al tamaño del árido.

Por lo tanto, el American Concrete Institute ACI C211, sostiene que a medida que se disminuye el tamaño máximo del agregado se incrementa la resistencia del hormigón, esto en consecuencia de la mayor adherencia entre los materiales, debido al aumento de la superficie específica de contacto entre la zona de transición interfacial (ZTI) de la pasta y lo agregados.

Resistencia de agregado

La resistencia del agregado convencional puede evaluarse de dos maneras que dependen de que si se conoce la roca madre, o si se trata de materiales naturales granulares sueltos.

En el primer caso se determina la resistencia del agregado realizándose ensayos de compresión sobre probetas cúbicas o cilíndricas de la roca en estado saturado y aplicando la carga paralela a la dirección de los planos de clivaje o división. Un valor recomendado de resistencia a compresión es de 60 MPa. La resistencia a tracción es menor y está comprendida entre 1 y 8 MPa.

En el segundo caso cuando se presentan agregados de los cuales no se pueden obtener probetas (agregados finos), es posible realizar un ensayo de resistencia



estructural, que consiste en moldear probetas de mortero de arena en estudio y comparar los valores de resistencia de esta serie de mortero con una serie patrón de idénticas características, elaborada con arena normalizada de acuerdo a la NTE INEN 873:2017.

En el caso de los agregados gruesos no existen ensayos normalizados para la determinación de su resistencia, pero desde el punto de vista práctico, se puede resolver de igual forma, comparando con un hormigón elaborado con un agregado grueso de buenas características, en este caso las dos series deben tener igual relación a/c, tipo de arena, contenido de cemento y proporciones entre agregado fino y grueso.

2.2.2.2 Cemento

El cemento es un material de construcción en forma de polvo fino compuesto por caliza y arcilla cuyas propiedades aglomerantes o ligante en contacto con el agua, áridos y fibras forman una masa uniforme, manejable, plástica, duradera y resistente (hormigón).

El cemento debe cumplir con las NTE INEN 152 o NTE INEN 490 según los requerimientos o especificaciones.

2.2.2.3 Agua

El agua a ser utilizada es potabilizada provenientes de las diferentes plantas de tratamiento de la ciudad de Cuenca cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas y a su vez cumplen con los requisitos de ser apta para el consumo humano y la construcción en general.

El agua de la mezcla debe cumplir con la NTE INEN 1108.

2.2.2.4 Fibras

Son de origen natural (cabuya), sintético (polipropileno) o metálico (dramix) los cuales se presentan en forma de filamentos delgados y flexibles.

Las fibras deben ser capaces de producir un hormigón reforzado las mismas que incluyen en su composición fibras cortas, discretas y distribuidas aleatoriamente en la masa. Existen varios tipos de fibras las cuales deben cumplir los siguientes requisitos: las fibras de vidrio resistentes a los álcalis (AR) deben cumplir con ASTM C1666/C1666M, y las fibras de celulosa con ASTM D7357.

2.3 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS

2.3.1 FIBRAS SINTÉTICAS

2.3.1.1 Fibra de Polipropileno



Es un polímero de hidrocarburo sintético cuya fibra está hecha usando procesos de extrusión por medio de estiramiento en caliente del material a través de un troquel. Estas fibras inicialmente fueron aplicadas en hormigones en los años 70.



Imagen 15
Fibra de Polipropileno

Dosificación y mezclado

En cuanto a la dosificación de la fibra de polipropileno se establece 1 kg de fibra por cada m³ de hormigón, o bien 0,14kg de fibra de polipropileno por cada saco de cemento.

Estas fibras se adicionan en la dosificación establecida una vez que se hayan mezclado todos los componentes básicos del hormigón y hayan obtenido una mezcla de alta manejabilidad. Este proceso requiere de un mínimo de 5 a 10 minutos de tiempo de mezcla en un mezclador rotativo, en caso de que la mezcladora no ocupe todo el volumen se hace necesario un tiempo extra de mezclado.

Datos Técnicos – Físicos Químicos y Mecánicos

El polipropileno se presenta como una fibra o cinta fibrilada ordenada, es 100% virgen con una gravedad específica de 0.91 G/cm³ (ASTM D-1505) e índice de fluidez de 0.3 g/seg (ASTM D-1238). Su punto de fusión es de 166°C (300°F) y su punto de ignición es de 590°C (1100°F). Posee una baja conductividad térmica y eléctrica. Es inerte a los ácidos y álcalis, buena resistencia al moho y micro organismos.

Su resistencia a la tensión es de 80 K.S.I. (ASTM D-2936), a la tracción es de 70.000 p.s.i. (min.) (ASTM D-638), a la abrasión es buena (ASTM C-944). Su módulo elástico es de 0.70 x 106 p.s.i. (ASTM C-459) con una elongación de rompimiento de 8% (min) (ASTM D-638) y corte de fibras de ½, ¾, 1, 1 ½, 2 ½".



Propiedades químicas

Posee una gran resistencia a los agentes químicos y poca absorción de agua, por lo tanto, no presenta mucha humedad. El polipropileno como los polietilenos tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa). Su punto de ebullición es de 320 °F (160°C) y su punto de fusión (más de 160°C).

Ventajas

Estas fibras son utilizadas como refuerzo secundario para un hormigón el cual reemplaza la malla electro soldada en algunas aplicaciones. Posee distribución tridimensional uniforme que permite un mejor control de grietas y rupturas. Posee acción cohesiva y aglutinadora de la mezcla. Reduce también el encogimiento del hormigón en el estado plástico y/o endurecido; y a su vez mejora la resistencia al impacto, ductibilidad, a la fatiga y dureza.

Desventajas

Las fibras de polipropileno son hidrófobas y por lo tanto tienen como desventaja características pobres de adherencia con la matriz del cemento, un bajo punto de fusión, alta combustibilidad y un módulo de elasticidad relativamente bajo.(Irias Pineda, 2013)

Aplicaciones

Se utilizan como refuerzo para hormigones y para la fabricación de sacos, bolsas, juguetes, utensilios de laboratorio, botellas, fibras, tubos, etc.

2.3.1.2 Fibra de Nylon

Es un polímero artificial que pertenece al grupo de las poliamidas. Se genera por poli condensación de un diácido con una diamina. La cantidad de átomos de carbono en las cadenas de la amina y del ácido se puede indicar detrás de las iniciales de poliamida. El más conocido, el PA6.6. El nylon 6 está sintetizado a partir de la caprolactona y el nylon 6,6 del ácido adíptico.

Muchas veces, el Nylon 6 responde exitosamente donde metales y otros materiales fallan. Sus nombres comerciales más comunes: grilon, nylon, ertalon, sustamid, etc.

Por razones prácticas no se prepara a partir del ácido y la amina, sino de disoluciones de la amina y del cloruro del diácido. Entre las dos fases, se forma el polímero que se puede expandir hasta formar el hilo de nylon. Durante su fabricación las fibras de nylon se someten a extrusión, texturizado e hilado en frío hasta alcanzar cerca de 4 veces su longitud original, lo cual aumenta su cristalinidad y resistencia a la tracción.

El nylon es una fibra textil elástica y resistente, no la ataca la polilla, no precisa planchado y se utiliza en la confección de medias, tejidos y telas de punto, también



cerdas y sedales. Tienen una longitud típica de 3 mm, 6 mm, 12 mm, 19 mm y cumple con los requerimientos de ASTM C1116.



Imagen 16
Fibra de Nylon

Dosificación y mezclado

La dosificación mínima recomendada de la fibra de nylon es de 5,5 kg por cada m³ de hormigón o bien 0,77 kg por cada saco de cemento.

Estas fibras son adicionadas directamente al hormigón de acuerdo a la dosificación establecida. Luego de agregar la fibra se deberá mezclar por un mínimo de 4 a 5 minutos. La inclusión de estas fibras no tiene ningún efecto en las prácticas normales de colocación y acabado del hormigón (la superficie del concreto aparecerá lisa y sin pelos).

Datos Técnicos – Físicos Químicos y Mecánicos

Posee una densidad de 1150 kg/m³, conductividad eléctrica (σ): 10-12 (m-ohm)-1, conductividad térmica de 0,25 W/ (m·K), gravedad específica de 1,16, es blanco y 100% virgen con una resistencia alcalina y UV excelente.

Características principales

Alta resistencia mecánica, rigidez, a la fatiga, dureza y tenacidad. Posee buenas propiedades de deslizamiento, alto poder amortiguador, es resistente al desgaste, a los agentes químicos, disolventes, calor y abrasión. Posee excelentes propiedades mecánicas, eléctricas, térmicas, químicas, y la posibilidad de ser modificado con aditivos.

Al nylon se le puede agregar fibra de vidrio para proporcionar un incremento en la rigidez.

Aplicaciones

Las fibras de nylon se utilizan principalmente como refuerzo secundario en todo tipo de losas de hormigón y elementos de hormigones prefabricados y todo tipo de hormigón donde se requiera reducir el agrietamiento por contracción plástica.



2.3.1.3 Fibras de caucho reciclado

Las fibras de caucho provienen del reciclado artesanal de neumáticos en desuso a los cuales se aplican procesos de trituración mecánica para la reducción de tamaño y separación de sus componentes, obteniendo de esta manera fibras con longitudes aproximadas que varían entre 2 a 4 ms.



Imagen 17
Fibra de Caucho reciclado

Dosificación y mezclado

Para la dosificación de la fibra de caucho se establece 7,5 kg por cada m³ de hormigón o bien 1 kg por cada saco de cemento.

Estas fibras son colocadas en el hormigón una vez que todos sus componentes se hayan mezclado previamente; a su vez se recomienda dejar un tiempo extra de mezclado con el fin de conseguir una mezcla homogénea. La adición de estas fibras no afecta el acabado del hormigón de la cuales se obtienen superficies lisas.

Ventajas

Mejora las propiedades de flexibilidad e impermeabilidad en capas asfálticas. Reduce la formación de grietas, disminuye el desgaste por abrasión y aumenta entre un 80 y 100% la vida útil de un asfalto. El uso de estas fibras reduce el impacto ambiental a través del reciclaje y reutilización del mismo, ya sea como refuerzo de hormigones o como para la elaboración de otros productos (mangueras, césped artificial, losetas de caucho, etc.).

Desventajas

La fibra de caucho no es esencialmente factible como refuerzo para elementos estructurales (hormigón) debido a la baja resistencia mecánica que presenta.

Aplicaciones



Las fibras de caucho se aplican principalmente en los asfaltos con una mezcla uniforme, por su calor se adhiere de forma muy eficaz mejorando notablemente su resistencia a la flexión.

2.3.2 OTRAS FIBRAS

2.3.2.1 Fibra de vidrio

Es un material compuesto de filamentos muy finos de vidrio aglomerado con resinas que al entrelazarse dan lugar a una estructura fuerte para ser empleada como refuerzo estructural de otros materiales.

La resina es un componente de la fibra de vidrio que la hace resistente a la erosión química y del medio ambiente. Por tanto, la fibra de vidrio no se pudre ni se deteriora, ya que es resistente a la mayoría de los ácidos (excepto el ácido fluorhídrico y el ácido fosfórico).

Esta fibra se ideó en Rusia en la década d 1940 con el propósito de sustituir el refuerzo de acero por fibras de vidrio y a su vez reducir el espesor de las piezas de hormigón haciéndolas aptas para la aplicación en fachadas.



Imagen 18
Fibra de Vidrio

Dosificación y mezclado

Se establece una mezcla de hormigón compuesto principalmente con fibra de vidrio (12 a 50 mm de longitud, resistente a los álcalis del cemento y dosificada a un 5% del peso total de la mezcla, es decir 18,79 kg por cada m³ de hormigón o bien 2,63 kg por cada saco de cemento).

Ventajas

La presencia física de las fibras de vidrio inhibe el movimiento de la humedad en el hormigón, durante y después de su colocación, obteniendo un hormigón más homogéneo y en consecuencia, con una mayor resistencia media global. Mejora la resistencia a la tracción / flexión, consiguiendo eliminar los refuerzos de acero.



Disminuyen las grietas y fisuras por contracción plástica y tienen un módulo elástico aproximadamente 10 veces superior al polipropileno, por lo cual son más efectivas durante un mayor periodo de tiempo.

Aplicaciones

El uso y aplicación de la fibra de vidrio en hormigones generan fachadas con menor peso transmitido a la estructura del edificio y a su vez mayor resistencia.

2.3.2.2 FIBRAS METÁLICAS- DRAMIX

Dramix® 3D son fibras de acero de alta resistencia a la tracción con extremos deformados para ofrecer un óptimo anclaje en el concreto. Su diseño basado en el equilibrio de la resistencia a la tracción del alambre con la resistencia a la deformación de sus anclajes asegura un desempeño más eficiente. La precisión en sus dimensiones asegura óptimas dosificaciones y la rentabilidad de su inversión.

La gama Dramix® ofrece fibras de alta relación de esbeltez (longitud/diámetro) que brindan una amplia red de fibras, aportando ductilidad al concreto y obteniendo elevados niveles de desempeño.

Las fibras de Dramix son filamentos de acero cortados en pedazos y empleados para reforzar la estructura del concreto sin alterar sus otros componentes. En general las fibras tienden a ser utilizadas donde se ha puesto como punto importante la propagación de grietas. La alta cantidad de fibras por Kg. permite una distribución más homogénea del refuerzo de la fibra metálica en la matriz y tanto un mayor control de agrietamiento durante el proceso de secado. Las fibras de acero Dramix se distribuyen en el hormigón en forma tridimensionalmente.

Dramix 3D

Desde su introducción, ahora hace más de 40 años, el "único gancho" Dramix® de la serie ha sido la referencia refuerzo en fibra de acero, y ha seguido superando competidores hoy en día, pues sigue siendo el mejor en rendimiento en el mercado de fibra óptica.

Estas fibras de acero Dramix® 3D ofrecen un ahorro de tiempo y rentable alternativa a las soluciones tradicionales para refuerzo del hormigón.

La fibra de acero contribuye tanto al control de la retracción del hormigón como a la capacidad para soportar carga en zonas de momentos negativos.

Dosificación y mezclado

En cuanto a la dosificación de las fibras metálicas de dramix 3D se establece 20 kg de fibra por cada m³ de hormigón, o bien 2,70 kg de fibras metálicas de dramix 3D por cada saco de cemento.

Estas fibras se adicionan en la dosificación establecida una vez que se hayan mezclado todos los componentes básicos del hormigón y se haya obtenido una mezcla homogénea. Este proceso requiere de un mínimo de 5 a 10 minutos de tiempo de mezcla en una concretera con el fin de que las fibras se distribuyan totalmente en hormigón.

Ventajas

Reemplaza al refuerzo convencional (malla electrosoldada), fácil aplicación y almacenamiento, ahorra tiempo, genera superficies con resultados más estéticos, más resistentes, más seguros, duraderos, uniformes y sin corrosión.

Es un refuerzo multidireccional con una distribución homogénea en el hormigón, mejora las propiedades mecánicas del hormigón, mejora el control de fisuras, aumenta la resistencia al impacto y reduce costos de operación.

Estas fibras son ampliamente reconocidas como la mejor solución actual del mercado en cuestión de rendimiento y de relación calidad-precio. Formas únicas, capacidades únicas; además ofrecen buenos niveles de anclaje, resistencia a la tracción y ductilidad hasta ahora no disponibles y que garantizan el máximo rendimiento.



Imagen 19
Dramix 3D

Usos

Las fibras de acero 3D de Dramix® han permitido a los profesionales de la construcción de todo el mundo superar grandes retos técnicos, estructurales y de ingeniería, dando como resultado algunos de los proyectos de construcción y estructuras de hormigón reforzado más ambiciosos que se hayan realizado jamás.

Fibra de acero de hormigón armado puede resolver estos problemas, ya que es fácil de colocar y consolidar. Acero hormigón reforzado con fibra puede alcanzar capacidades de soporte suficientes para la manipulación e incluso completa de ductilidad para el estado final, dependiendo del tipo de fibra y la tasa de dosificación. Principales elementos prefabricados pueden ser construidos con fibras de acero como el único refuerzo, por ejemplo tuberías de aguas residuales y revestimientos de túneles. Un ejemplo de fibras de acero sustitución de estribos y barras de refuerzo de trabajo en combinación con la armadura tradicional es vigas prefabricadas. En algunos países certificación nacional puede ser necesario utilizar fibras de acero para los elementos prefabricados dadas



DRAMIX 3D

Desde su introducción, ahora hace más de 40 años, el "único gancho" Dramix® de la serie ha sido la referencia refuerzo en fibra de acero, y ha seguido superando competidores hoy en día.

Sigue siendo el mejor rendimiento en el mercado de fibra óptica.

Combinar el alto rendimiento, durabilidad y facilidad de uso, Dramix® 3D fibras de acero ofrecen un ahorro de tiempo y rentable alternativa a las soluciones tradicionales para refuerzo del hormigón. Todavía es ampliamente considerado como el mejor rendimiento de fibra de acero.

Más de 15 años de experiencia probada.

Dramix® 3D fibras de acero han permitido a los profesionales de la construcción de todo el mundo a superar los principales técnicos, estructurales y desafíos de ingeniería, lo que da lugar a algunos de los más ambiciosos proyectos de construcción y estructuras de concreto reforzado que el mundo ha visto.

Hojas ownloadable

Se utiliza dos tipos de fibras de acero DRAMIX la fibra y fibra FIBERSTEEL ambas fibras tienen diversas aplicaciones como se indica a continuación:

DRAMIX 4D

Las superficies de las fibras de acero 4D permiten crear estructuras duraderas y herméticas. La solución perfecta para pisos sin problemas concretos, submarino, autopistas, y el puerto. Refuerzo combinado debido a su anclaje específico y alta resistencia a la tracción, el Dramix® serie 4D también funciona muy bien en las aplicaciones en las que se combinan fibras de acero refuerzo con métodos tradicionales.

DRAMIX 5D

Gracias a su singular forma y capacidades, el Dramix® 5D fibras de acero proporcionan niveles de rendimiento que hasta ahora sólo podía conseguirse con refuerzo tradicional. Exclusivo diseño de la fibra de acero Dramix® 5D fibras de acero presentan una combinación única de una forma perfecta gancho, un cable alta ductilidad y ultra alta resistencia a la tracción. La Dramix® 5D fibras de acero se forma para formar un perfecto anclaje, manteniendo la fibra firmemente en su lugar dentro del hormigón.

Cargas pesadas, ya no abarca su rendimiento sobresaliente en concreto Dramix® hace que el 5D es la solución perfecta para aplicaciones estructurales, entre ellas fundación losas, balsas, y fue suspendido. Para las condiciones más exigentes del Dramix® 5D fibras de acero ofrecen un excelente rendimiento a lo largo de los años, incluso en las aplicaciones más exigentes y en las circunstancias más difíciles. El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal: es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que



se aplica una fuerza. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young.

Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero, si se tracciona una barra, aumenta de longitud. Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente mediante ensayo de tracción del material. Además de este módulo de elasticidad longitudinal, puede definirse el módulo de elasticidad transversal de un Diagrama tensión - deformación. El módulo de Young viene representado por la tangente a la curva en cada punto. Para materiales como el acero resulta aproximadamente constante dentro del límite elástico. (ISO 9001 ETIQUETA: Dramix® es la norma ISO 9001 certificación ed. Las mismas normas de calidad se aplican en las plantas: Bélgica, Brasil, República Checa, China, Turquía e Indonesia).

Solución

Para eliminar el mallazo empleado en los forjados colaborantes TAB-Deck™ es una solución para eliminar el mallazo empleado en los forjados colaboran tés. La fibra de acero contribuye tanto al control de la retracción del hormigón como a la capacidad para soportar carga en zonas de momentos negativos.

Ventajas

- Ahorro en tiempo de ejecución
- Reducción del empleo de grúas
- Entorno de trabajo más seguro, al evitarse la colocación de mallazo
- Eliminación del espacio de acopio del mallazo, especialmente interesante en entornos urbanos
- Se evita el riesgo de aplicar cargas excesivas sobre la chapa metálica debidas a la acumulación del mallazo durante la construcción.

Las dosificaciones típicas de fibra de acero son 30 ó 35 kg/m³. Con TAB-Deck™ se alcanzan valores de resistencia al fuego de hasta 2 horas. Los vanos pueden alcanzar los 4.5 m en función de la carga, la chapa metálica elegida y el espesor de hormigón.

Estimulante reinterpretación de una celosía formado a partir de un patrón orgánico prefabricadas con paneles de hormigón reforzados con fibras de polipropileno en el MuCEM (2002-2013) en Marsella de Rudy Ricciotti este tipo de formas de las fibras pueden ser muy variadas: rectas, onduladas, corrugadas, y utilización de fibras nos da una pauta para poder pensar que es factible realizar estas formas orgánicas dinámicas, para paneles dentro de una construcción amenorando costos, dando mayor versatilidad en el manejo del montaje por formatos más pequeños, que por ser fabricados en obra no da mayor problema al colocar ya en el espacio a ser utilizado y que además no se requiere un acabado posterior ya que la prefabricación está pensada en un producto terminado. El mismo que podría usarse en diferentes espacios de acuerdo a las bondades de cada fibra a ser utilizado. Además se sujeta a las normas del ACI, Manual de la construcción, o recomendaciones de Acero



(UNE 83.500-1) mejoran la tenacidad y por tanto la resistencia al impacto, levemente la resistencia mecánica a compresión y más notoriamente a tracción.

2.3.2.3 Fibra Natural- Cabuya

Es una planta ampliamente distribuida en la sierra del Ecuador. Con sus fibras se elaboran múltiples objetos. Se considera la fibra más suave y más usada que la cabuya negra aunque sus fibras son menos resistentes. Se trata de una planta herbácea arrosetada que alcanza hasta 1,5 metros de altura en su parte vegetativa. Se cultiva ampliamente en los valles y en las estribaciones de la cordillera para la obtención de su fibra, así como también se la siembra como cerca viva.



Imagen 20
Fibra Natural-Cabuya

Dosificación y mezclado

En cuanto a la dosificación de la fibra cabuya se establece 12,66 kg de fibra por cada m³ de hormigón, o bien 1,71 kg de fibra de cabuya por cada saco de cemento.

Estas fibras se adicionan en la dosificación establecida una vez que se hayan mezclado todos los componentes básicos del hormigón y se haya obtenido una mezcla homogénea. Este proceso requiere de un mínimo de 5 a 10 minutos de tiempo de mezcla en una concreteira.

Composición de la fibra

Las fibrillas están soldadas entre sí por una goma, se sobrepasan para formar filamentos multicelulares a lo largo de la hoja, estos son los que conforman la fibra de fique. Tanto sus características físicas como su composición química varían según la clase de la planta y condiciones de cultivo.

Características físicas

Las fibras de cabuya presentan una longitud de 80 a 120 cm, color habano, brillo opaco, textura dura, no se funde, resistente ante los álcalis, resistencia regular a la luz solar, su efecto es variable ante los oxidantes y una elongación de 3,5%.



Características químicas

Dentro de las características químicas las fibras de cabuya presentan los siguientes porcentajes: Cenizas de 01.58%, fibras de 01.58%, pentosas de 17.65%, lignina de 15.47% y celulosa de 62.70%.

Usos

Se utiliza fibra de cabuya para la confección de artesanías, cordeles, tapetes, alfombras, bolsos, sogas, alpargatas, hilos para redes, para la construcción utilizando las hojas acanaladas (techos, vigas) y para la obtención de jabón.

Es una planta ampliamente distribuida en la sierra del Ecuador. Con sus fibras se elaboran múltiples objetos. Se considera la fibra más suave y más usada que la cabuya negra aunque sus fibras son menos resistentes. Se trata de una planta herbácea arrosetada que alcanza hasta 1,5 metros de altura en su parte vegetativa y hasta los 15 metros si se incluye la estructura reproductora que en un largo racimo o panícula. Sus hojas acaules o en panojas son suculentas lineares o alargadas, rematadas por un endurecimiento en el ápice llamado mucron así como también en el borde de la hoja, lo que forma las espinas de esta planta. Se cultiva ampliamente en los valles y en las estribaciones de la cordillera para la obtención de su fibra, así como también se la siembra como cerca viva.

Tipos

a) Cabuya con espinas

Es una planta xerofita masiva de 2 a 7 metros de tamaño, de la familia de las Agaváceas, sin tallo o con un pequeño tronco corto y grueso de menos de 1 metro de tamaño; hojas en una roseta densa, ensiforme, de 1 a 3 m de largo y de 15 a 20 cm. de ancho, muy corpulenta y coriácea. El margen contiene espinas gruesas y recurvadas, verdes y en algunos casos glaucas, sobre la superficie presenta algunas hileras cerradas con líneas pálidas.

Las panículas muy masivas, conteniendo muchas flores blanco-verdosas o esta reemplazada por bulbilos; las flores muy escasamente pediceladas.

b) Cabuya sin espinas

Parecida a la anterior, pero con los márgenes de las hojas lisos. En algunas comunidades la conocen como Pita.

La importancia económica de estas plantas desde el punto de vista artesanal radica en que de las hojas se obtiene una fibra muy fina con las cuales se elabora el hilo que se utiliza, para coser los sombreros y en otras áreas para confeccionar chácaras y sogas.



La Pita o Pita gancho

Es una planta de la familia de las bromeliáceas de alrededor de 1 metro de alto con varias hojas individuales verdes con finas líneas pálidas en una roseta en forma de cráter desordenada, de 2 metros de longitud; hojas lineales terminadas en punta, de 5 mm de largo, formando una masa debajo de la inflorescencia.

Se utiliza fibra de cabuya para la confección de artesanías, cordeles, tapetes, alfombras, bolsos, sogas, alpargatas, hilos para redes, para la construcción utilizando las hojas acanaladas (techos, vigas) y para la obtención de jabón.

Características y composición de la fibra

Las fibrillas están soldadas entre sí por una goma, se sobrepasan para formar filamentos multicelulares a lo largo de la hoja, estos son los que conforman la fibra de fique. Tanto sus características físicas como su composición química varían según la clase de la planta y condiciones de cultivo.

Características Físicas

Longitud 80 a 120
Color Habano
Brillo Opaco
Textura Dura
Absorción color Superficial
Absorción humedad Mala
Punto de fusión No se funde
Efecto ante los álcalis Resistente
Efectos ante los ácidos Mala
Resistencia a la luz solar Regular
Efecto de los oxidantes Variable
Elongación 3,5%
Resistencia (100g de fibras): 26kg

Composición Química

Cenizas 01.58%
Fibras 01.58%
Pentosas 17.65%
Lignina 15.47%
Celulosa 62.70%

Características mecánicas

- Resistencia a Flexión
- Resistencia a Flexión-COMPRESIÓN
- Resistencia a la compresión



2.4 INVESTIGACIONES SIMILARES

2.4.1 Ensayos con fibras sintéticas

Dentro del Análisis comparativo del efecto de los distintos tipos de fibras en el comportamiento post fisura del HRF (Lozano et al., 2013-Valencia, España) este realiza ensayos comparativos a compresión utilizando las siguientes fibras:

La fibra de vidrio utilizada ha sido la Anti-Crak HP (High Performance - Alto Rendimiento) 58/12.

Las fibras metálicas (Dramix) empleadas han sido de dos tipos: Dramix RC-65/35-BN y Dramix RC-80/35-BN.

Al igual que en las fibras de acero, en el caso de las fibras sintéticas se han utilizado dos tipos diferentes de fibras sintéticas (polipropileno): ENDURO 600 Propex y Sika Fiber M-48.

Tabla 1

Resumen comparativo de resistencias obtenidas y esperadas a compresión

	f_{ck} (N/mm ²)	
	ESPERADA	OBTENIDA
AM 1 15.03.13 sin fibras	34,97	41
AM 2 03.04.14 sin fibras	34,95	--
AM 1 12.04.13 metálicas 65/35	34,97	37,7
AM 2 12.04.13 metálicas 65/35	34,97	36,1
AM 1 19.04.13 metálicas 80/35	34,97	17,9
AM 2 19.04.13 metálicas 80/35	34,98	17,3
AM 1 13.05.13 plásticas ENDURO 600	35	34,1
AM 2 13.05.13 plásticas ENDURO 600	34,99	29,7
AM 1 22.05.13 plásticas SikaFiber M-48	34,99	34,3
AM 2 22.05.13 plásticas SikaFiber M-48	35	36,7
AM 1 24.05.13 fibras de vidrio	35	38,2
AM 2 24.05.13 fibras de vidrio	34,99	39,7
MEDIA	34,98	32,17

Este estudio se remite a la norma UNE-EN 12390 la misma que determina que la incorporación de fibras no afecta de manera significativa a la resistencia a compresión del hormigón puesto que son los áridos los que le soportan las cargas a compresión que se producen en el hormigón.

De la tabla superior, observamos que los resultados obtenidos con fibras metálicas 80/35, son inferiores a la media. Esto puede haber ocurrido debido a un fallo de dosificación desconocido en dichas amasadas.



En general, hay que decir que la f_{ck} obtenida es mayor que la esperada en la mayoría de los casos ya que se encuentran por encima de los 25 N/mm², valor que la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08) considera como mínimo. Excepto, en las dos amasadas del día 13.05.13 con fibras plásticas (ENDURO 600), en las que se han obtenido resistencias características ligeramente menores a las esperadas.

2.4.2 Ensayos con fibras de caucho reciclado

Según la investigación realizada por el VI Congreso Nacional de Firmes elaborado en León, España (Schultz, 2004), esta tuvo como objeto definir un modelo de diseño firme de hormigón con fibras de caucho reciclado de neumático con una adición de 3,5% y 5%, con un diseño de hormigón por m³ de cemento: 360 kg/m³, agua: 147l/m³, (a/c=0,4), grava 12/18: 1103 kg/m³, arena 3/6: 699 kg/m³. Con estas muestras se realizaron ensayos a compresión, tracción indirecta y flexión, el cual determino que siempre existen bajas de la resistencia.

Tabla 2

Resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio del PAS SL- (i. de c. 95%)

Ensayos a compresión Mpa		
Días	3,5% de caucho	Sin caucho
28	25,97	36,34
Ensayos a tracción indirecta Mpa		
Días	3,5% de caucho	Sin caucho
28	2,67	3,11
Ensayos a flexión Mpa		
Días	3,5% de caucho	Sin caucho
28	4,88	5,47

En este estudio se ha demostrado la compatibilidad entre el caucho y el hormigón, su mejora respecto a la fisuración por retracción y disipación de energía elástica, lo que da una reducción del nivel sonoro del tráfico. En este caso se plantea para la viabilidad el granulado fino utilizado en mezclas betún-caucho para aglomerados asfálticos. Su uso en hormigones se abordará con la misma metodología aquí presentada. Dicho estudio determina que el caucho en todos los casos baja la resistencia ya sea en compresión, tracción indirecta y flexión con una adición del 3.5%.

2.4.3 Ensayos con fibras de nylon

De acuerdo al análisis realizado por Núñez Meneses Johana Lizbeth en el año 2016, y en base a los objetivos de hacer una comparación de la resistencia a la compresión de un hormigón referente de 210 kg/cm² con un hormigón adicionado con fibras de nylon de 2" ³/₄", comparados estos en estado fresco y endurecido de acuerdo a la norma ASTM C 1116 y ACI 544 1R y con áridos del sector de Pastaza da como resultados que el hormigón con fibras de nylon de ³/₄" llega a una resistencia de 271kg/cm² promedio superando de esta manera al hormigón referente.



La metodología de esta investigación es de tipo experimental, determinando de esta forma la influencia del nylon sobre el hormigón. Este tipo de experimentación se maneja de acuerdo a la norma ASTM C31 [24] en la cual se elaboran 2 probetas para realizar la evaluación de resistencia a la compresión y poder evaluar cada resultado.

Con la variación de la longitud de las fibras de nylon y las cantidades recomendadas del mismo por m³ se obtiene una máxima resistencia. Además se considera un asentamiento del 6 al 9 %. (Núñez Meneses, 2016).

Tabla 3
Resistencia a la compresión

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
La resistencia a la compresión es la principal cualidad que tiene el hormigón, este depende de las cualidades que presente el hormigón tanto en estado FRESCO como ENDURECIDO , y a su vez estos dependen de la calidad y proporción de sus componentes.	Hormigón Fresco	Trabajabilidad	¿Cómo afecta la relación agua/cemento en la trabajabilidad del hormigón?	Investigación, bibliográfica. Normas INEN y ASTM.
		Consistencia	¿Cuál es el método más apropiado para determinar el asentamiento del hormigón?	Investigación de Laboratorio
	Hormigón Endurecido	Resistencia	¿Cómo influye la calidad de los agregados en la resistencia del hormigón?	Investigación Bibliográfica. Investigación de laboratorio. Normas NTE INEN, ASTM

En estudios investigados (Aly T. y Sanjayan JG. 2010) se determina que las adiciones de fibras de polipropileno mejora de las propiedades para la formación de fisuras, además indica que incrementa la permeabilidad dando pérdida de humedad e incrementando la retracción plástica(Cheng & Ros, 2013)

Además se ha revisado información de estas diferentes investigaciones:

(Lorena et al., 2013)

(Arq . María Gabriela Borja Páez, 2014)

(Irias Pineda, 2013)

(Titulo, Civil, Luciano, & Bracaci, 2010)

(Aire, Molins, & Aguado, 2013)

(Centenario et al., 2012)



(Claramunt Bielsa, Casanovas Ramon, & Caicedo Cerezo, 2012)(: Carlos Córdoba Barahona, Jenny Mera, Diego Martínez, 2011)

(Albano, Camacho, Hernández, Bravo, & Guevara, 2008)

(Nacional., Textil., Karina., & 2TM2, 2013)

(Hormigón, 2014)

2.5 CONCLUSIONES

Dentro del marco teórico se utilizará un método experimental de acuerdo a las normas enunciadas anteriormente en cada ítem, además se experimentará con las diferentes fibras como es el nylon, polipropileno, caucho reciclado y fibra de vidrio con el fin de ver el comportamiento mecánico de cada de estas fibras a través de los diferentes ensayos a realizar. Para ello se tomara como referencia un hormigón testigo y a su vez poder observar la variación que existe entre este con cada uno de los hormigones con fibras con sus respectivas dosificaciones. Estos ensayos serán realizados tanto en el laboratorio de ingeniería como de arquitectura de la Universidad de Cuenca.



CAPÍTULO III

3. PASOS DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a los estudios de las fibras antes descritas como son: dramix, fibra de vidrio, nylon, polipropileno, caucho reciclado y cabuya como los diferentes tipos de áridos para el hormigón testigo se pudo determinar que se realizara el análisis detallado solo de 4 fibras como son: fibra de nylon, poliprolino, caucho reciclado y fibra de vidrio, el estudio previo se podrá revisar en el anexo 8, de los cuales se valoró con parámetros de fibras: de máxima resistencia, resistencia media y resistencia mínima, valorada por parámetros de resistencia y económica el cual se llegó a la conclusión de que se realizara 3 fibras sintéticas y una fibra celulosa.

3.1 ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN

3.1.1 Ensayo de la Granulometría

Para la elaboración de las vigas, cilindros y paneles reforzados con fibras, es necesario primero realizar un ensayo de la granulometría de los áridos, pues es uno de los parámetros más importantes para la dosificación de los hormigones, el mismo que se llevara a cabo de acuerdo a la Norma Española UNE-EN 933-1:1998 (Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado) con el fin de determinar la separación de partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño mediante tamizado, con una serie de mallas normalizadas y numeradas, denominando a la fracción menor (Tamiz # 200) como limo, Arcilla. Este ensayo se aplica a áridos de origen natural o artificial, incluidos los áridos ligeros.

El ensayo se lleva a cabo utilizando tamices en orden decreciente, la cantidad de suelo retenido indica el tamaño de la muestra, esto solo separa una porción de suelo entre dos tamaños. Mediante este proceso se determinará el porcentaje de paso de los diferentes tamaños de suelo y con estos datos construir su curva granulométrica.

La abertura de las mallas granulométricas de tamaño superior o igual a 4mm deben ser con agujeros cuadrados de acuerdo con la ISO 3310-2; y las mallas de tamaño inferior a 4mm deben ser de tela mecánica trenzada de acuerdo con la ISO 3310-1.

Materiales y herramientas:

- Bandejas
- Horno para secado
- Balanza
- Franela
- Cepillo de acero
- Juego de mallas granulométricas (4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200)
- Tamizador

Procedimiento:

Se selecciona una cantidad de muestra de árido necesario (1000g según norma).



Imagen 21
Muestra de árido

Se lava la muestra de árido hasta observar que el agua utilizada salga limpia y se procede a secar en horno.



Imagen 22
Lavado del material granulométrico



Imagen 23
Secado del material granulométrico

Se limpia y se ordena las mallas granulométricas en forma descendente de tamaños de abertura con el fondo y la tapa al final.



Imagen 24
Juego de mallas granulométricas

Se pesa la muestra de árido seco y se vierte cuidadosamente sobre la columna de las mallas evitando dejar caer al piso.



Imagen 25
Juego de mallas granulométricas



Imagen 26
Vertido de material

Finalmente se procede a agitar la muestra en la tamizadora; y una vez terminado este proceso se retira cada malla uno a uno, comenzando desde el de mayor tamaño de abertura y se pesa el material retenido en cada una.



Imagen 27
Juego de mallas granulométricas



Imagen 28
Pesado de material

Resultados:

Para el cálculo del porcentaje de finos (f) se calcula según la siguiente ecuación:

$$f = \frac{(M1 - M2) + P}{M1} \times 100$$

Donde:

M1= es la masa seca de la muestra antes del lavado, en g

M2= es la masa seca tras el lavado, en g

P= es la masa del material tamizado que queda en la bandeja del fondo, en g

Datos: **M1= 1000g, M2= 947,6g, P= 0g**



$$f = \frac{(1000g - 947,6g) + 0g}{1000g} \times 100$$

$$f = 5,24$$

RESULTADOS	
Módulo de finura	5,24

Tabla 4
Análisis Granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ #	ABERTURA mm.	PESO RETEN g	P. RET. ACUM g	% RETENIDO	% PASA
2"	50,8				
1 1/2"	37,5				
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12,5				
3/8"	9,5	0	0	0	100
N.4	4,75	1,6	1,6	0,16	99,84
N.8	2,38	15,5	17,1	1,71	98,29
N.16	1,19	296,4	313,5	31,35	68,65
N.30	0,59	334,3	647,8	64,78	35,22
N.50	0,3	230,2	878	87,8	12,2
N.100	0,15	99,2	977,2	97,72	2,28
N.200	0,07	12,6	989,8	98,98	1,02
PASA # 200		10			
TOTAL		989,8			

De acuerdo a los resultados del ensayo se llegó a la conclusión que el parido 3/8" es da mejor resistencia y proporciona mayores resistencias a las normas, mejor compactación con el cemento. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 1.

3.1.2 Dosificación del Hormigón por m3

Para calcular las dosificaciones requeridas de los materiales necesarios y producir un hormigón, con las propiedades requeridas y las características de resistencia y/o durabilidad especificadas, así de la arena, ripio 3/8, cemento, agua y de fibras sintéticas (polipropileno, nylon, caucho reciclado), fibras celulares (fibra de vidrio), se tomara en cuenta las normas establecidas para hormigones.



Así deben cumplir cada uno con las siguientes normas:

Cemento: debe cumplir con la norma UNE-EN 197-1: 2011

Áridos: deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 872.

Agua: para la mezcla debe cumplir con la NTE INEN 1108.

Fibras: Las fibras deben ser capaces de producir hormigón reforzado con fibra cumpliendo los requisitos que exigen las normas. Para las fibras sintéticas se utilizará la norma española para fibras Poliméricas UNE-EN 14889-2, las fibras de vidrio resistentes a los álcalis (AR) deben cumplir con ASTM C1666/C1666M, y las fibras de celulosa con ASTM D7357. Las fibras se procesan por lotes en peso o volumen, con una precisión de - 3 % y + 5 % de la cantidad requerida por lote y con longitudes aproximadas de 2cm.

Se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5

Dosificación de hormigones por metro cúbico

DOSIFICACIÓN POR METRO CUBICO RESISTENCIA $F_c = 210\text{KG/CM}^2$ SEGÚN DISEÑO		
MATERIAL	PESO	UNIDAD
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I	370	Kg
AGUA	178	L
RIPIO	988	kg
ARENA	842	kg
NYLON	5,5 kg	kg
POLIPROPILENO	2	kg
CAUCHO RECICLADO	4	kg
FIBRA DE VIDRIO	18,78	kg
FIBRA DE CABUYA	12.66	Kg
FIBRA DE DRAMIX	20	Kg

Tabla 6

Dosificación de hormigones por metro saco de cemento

DOSIFICACIÓN POR SACO DE CEMENTO		
MATERIAL	PESO	UNIDAD
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I	50	Kg
AGUA	24	L
RIPIO	134	kg
ARENA	114	kg

VER ANEXO 8: DISEÑO DE HORMIGÓN



3.1.3 Elaboración de vigas, cilindros y paneles reforzados con fibras

Luego del análisis respectivo de los componentes, se selecciona los elementos para la elaboración de los hormigones con fibras y sin ellas. Así estarán compuestos por arena, ripio 3/8, cemento, agua y las fibras, los mismos que estarán determinados por la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1855-1:2015g (Hormigones. Hormigón premezclado. Requisitos), esta norma establece las especificaciones para la fabricación del hormigón premezclado en estado fresco y no endurecido y la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2874:2015 (Hormigón reforzado con fibra, requisitos y métodos de ensayo), esta norma cubre todas las formas de hormigón reforzado con fibra, cuyos materiales son mezclados de manera uniforme, y que pueden ser muestreados y ensayados. Además, se elaborara el hormigón testigo que servirá como referencia para los análisis y comparaciones.

Materiales y Herramientas

- Arena
- Ripio 3/8"
- Cemento PORTLAND: -Tipo I, destinado a obras de concreto en general.(Edificios, estructuras industriales, conjuntos habitacionales, etc) basado con la norma UNE-EN 197-1: 2011
- Agua
- Fibras sintéticas: Polipropileno, nylon y caucho reciclado
- Fibra celulosa: fibra de vidrio,
- Concretera
- Vibrador
- Combo de goma
- Aceite quemado
- Brocha
- Moldes para cilindros, vigas y paneles (tamaños normados)
- Manguera
- Balanza
- Probeta para dosificación de agua
- Brocha
- Pala
- Carretilla
- Bailejo

Se inicia el proceso de elaboración de las muestras, realizando el pesado de cada uno de los componentes del hormigón de acuerdo a la dosificación calculada.



Componentes



Imagen 29
Ripio 3/8



Imagen 30
Arena



Imagen 31
Cemento

Fibras sintéticas



Imagen 32
Fibra de Nylon



Imagen 33
Fibra de Polipileno



Imagen 34
Caucho reciclado

Fibra celulosa



Imagen 35
Fibra de vidrio

Dosificación del agua



Imagen 36
Agua



Herramientas y materiales:

Se prepara todas las herramientas y materiales a usar (concretera, vibrador, recipiente metálico, manguera, bailejo, moldes, combo de goma, aceite quemado, brocha, palas, entre otros). En lo que respecta a los moldes estos están con las dimensiones normadas y estandarizadas así: vigas (53,4X15,5X15cm), cilindros (15x30 cm) y paneles (60x25x6cm y 25x29x6cm).



Imagen 37
Concretera



Imagen 38
Vibrador



Imagen 39
Recipiente metálico



Imagen 40
Manguera



Imagen 41
Bailejos



Imagen 42
Moldes



Imagen 43
Combo de goma



Imagen 44
Aceite quemado



Imagen 45
Brocha



Imagen 46
Palas

Para todos los diseños de hormigón que se van a realizar se cumple con el siguiente proceso:

- Encendido de concretera.
- Colocado una 10% aproximado de agua y luego todo el ripio, el cemento en la concretera, y luego la arena y dejando que se de aproximadamente 10 vueltas para que se mezclen de manera homogénea los materiales.

- Verter el agua y las fibras, se deja mezclar por 3 minutos en movimiento, se apaga la concretera y se deja reposar durante 2 minutos; se vuelve a encender durante 3 minutos más en movimiento. La mezcla resultante deber ser una masa homogénea, libre de grumos de fibra, uniforme y de descargar el hormigón con un grado satisfactorio de uniformidad.
- De acuerdo al grado de absorción de cada fibra y la cantidad de humedad que tenga los arados se hará una disminución del agua.

Una vez terminado este proceso se vierte la mezcla sobre la bandeja metálica grande, con un combo de goma se da golpes a la concretera mientras esta en movimiento para que caiga toda la mezcla y de esta manera evitar desperdicio.



Imagen 47
Colocado de material



Imagen 48
Mezcla de materiales



Imagen 49
Hormigón con Nylon



Imagen 50
Hormigón con polipropileno



Imagen 51
Hormigón con caucho reciclado



Figura 52
Hormigón con fibra de vidrio

Luego se procede a verter el hormigón en los moldes (vigas, cilindros y paneles); en este caso se coloca en 3 capas uniformes apisonándolas y utilizando el vibrador para este fin, con el fin de que se compacte el hormigón y a su vez evitar porosidad a las muestras. Se utiliza el **vibrador** para una correcta distribución de la mezcla en los moldes o cofres para que no exista segregación del material y se una correcta distribución de sus componentes. Se toman dos muestras para cada ensayo de acuerdo a la norma utilizada.



Imagen 53
Vigas



Imagen 54
Cilindro



Imagen 55
Panel



Imagen 56
Compactado de vigas con vibrador



Imagen 57
Compactado de cilindros con vibrador

Una vez compactado el hormigón con vibrador en las vigas, cilindros y paneles se procede a pulir con un Bailejo el exceso de hormigón y limpiar los bordes de los moldes para dar un terminado perfecto a las aristas de las muestras.



Imagen 58
Pulido de aristas vigas



Imagen 59
Pulido de aristas cilindros



Imagen 60
Pulido de aristas paneles

Se deja fraguar el hormigón durante 24 horas, se desencofra las muestras y se las va enumerando cada una con fecha de elaboración y numero por ejemplo: (1P; día/mes/año), las cuales que se colocan en una poza de agua para posteriormente realizar las pruebas de rompimientos a compresión, tracción indirecta y flexión de las muestras a los 7, 14 y 28 días.



Imagen 61
Desencofrado de vigas



Imagen 62
Desencofrado de cilindros



Imagen 63
Desencofrado de paneles



Imagen 64
Colocación de muestras en agua

3.2 TOMA DE DATOS Y DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

3.2.1. Ensayos a la compresión, flexión, tracción indirecta y módulo de elasticidad y relación de poisson de hormigones con fibras

Una vez realizada las muestras de hormigones y cumplidos los 7, 14 y 28 días se procede a realizar los ensayos. Se retira las muestras del agua aproximadamente unas dos horas antes de realizar el rompimiento, se pesa y se mide para posteriormente poder realizar los cálculos respectivos; finalizado el proceso anterior se realiza el ensayo con cada muestra.



Imagen 65
Pesado de muestras

Los datos de los resultados obtenidos en los ensayos son tomados de manera manual y anotados para luego a través de las fórmulas y programas específicos calcular los resultados de cada ensayo.



3.2.1.1 Ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a las normas ASTM C39 y TÉCNICA ECUATORIANA (NTE INEN 1573:2010)

Concepto

Este ensayo permite la determinación de la resistencia a la compresión (f_c) de los especímenes cilíndricos de concretos moldeados en laboratorio o en campo u obtenidos por medio de la extracción de núcleos. Se limita a concretos con peso unitario mayor que 800 kg/m³.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, f'_c , del proyecto.

Metodología

Los valores obtenidos pueden depender del tamaño y la forma del espécimen, el tipo de mezcla, los procedimientos de mezclado, los métodos de muestreo, moldeo y fabricación y de la edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

Este método de ensayo consiste en la aplicación de una carga de compresión uniaxial a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad de carga especificada (0.25 ± 0.05 MPa/s).

La resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal del espécimen.

Los especímenes de ensayo estándar son cilindros de concreto de 15x30 cm o 10x20 cm. Para nuestro estudio se utilizaron la de 15 x 30 cm. Pueden utilizarse cilindros de otras dimensiones, siempre y cuando cumplan con la relación Longitud/Diámetro = 2. La diferencia de diámetro de un espécimen individual con respecto a los demás no debe ser mayor que 2%. El número mínimo de especímenes es de 2 para especímenes de 15 cm de diámetro y 3 para especímenes de 10 cm de diámetro.

Cilindros: 30x15 cm



Imagen 66
Cilindro estándar de 30 x 15 cm

Para el presente proyecto se van a realizar también ensayos a la compresión aplicando la misma norma en paneles pequeños de 25 x 29 x 6 cm.



Imagen 67
Paneles de 25 x 29 x 6 cm

Resistencia a la compresión de cilindros de 30 x 15 cm

Este ensayo se realiza de acuerdo con la Norma ASTM C 39 y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1573:2010. Este método de consiste en la aplicación de una carga de compresión uniaxial a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad de carga especificada (0.25 ± 0.05 MPa/s). La resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo para el área de la sección transversal del espécimen (en este caso el valor del área es 10,1971621298). El rango promedio de resistencia según la norma es de 17 a 90 MPa. (173,35 a 917,73 kg/cm²)



Imagen 68
Ensayo a la a compresión en cilindro estándar de 30 x 15 cm

En la tabla 7-8 y en el gráfico 4, se puede observar los datos que se obtuvieron de la aplicación de carga en **6 cilindros** con distintos tipos de fibras a la edad de 7, 14 y 28 días 2 muestras por cada ensayo de las siguientes mezclas:

HT: HORMIGÓN TESTIGO SIN FIBRAS

**HN:** HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON**HP:** HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO**HCR:** HORMIGÓN CON CAUCHO RECICLADO**HFV:** HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO**Tabla 7***Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Compresión de dos cilindros de 15 x 30 cm por cada ensayo*

TIPO DE FIBRA	2 MUESTRA DE HORMIGÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (DÍAS) Kg/cm ²			% A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS
		7 días	14 días	28 días	28 días
HORMIGON TESTIGO	HT	103,09	149,03	189,45	-9,78%
	HN	91,37	241,93	318,15	51,50%
FIBRAS SINTÉTICAS	HP	152,04	167,95	212,92	1,39%
	HCR	91,49	59,99	121,97	-41,81%
FIBRA CELULOSA	HFV	121,70	174,93	330,36	57,31%

Tabla 8*Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Compresión de dos cilindros de 15 x 30 cm desviación estándar*

TIPO DE FIBRA	N°	2 MUESTRA DE HORMIGÓN POR C/FIBRA (PROEDIO)	RESISTENCIA	PROMEDIO	LIMITE MAXIMO DE DESVIACION	LIMITE MINIMO DE DESVIACION
HORMIGON TESTIGO	1	HT	189,45	234,6	314	155
FIBRAS SINTÉTICAS	2	HN	318,15	234,6	314	155
	3	HP	212,92	234,6	314	155
	4	HCR	121,97	234,6	314	155
FIBRA CELULOSA	5	HFV	330,36	234,6	314	155

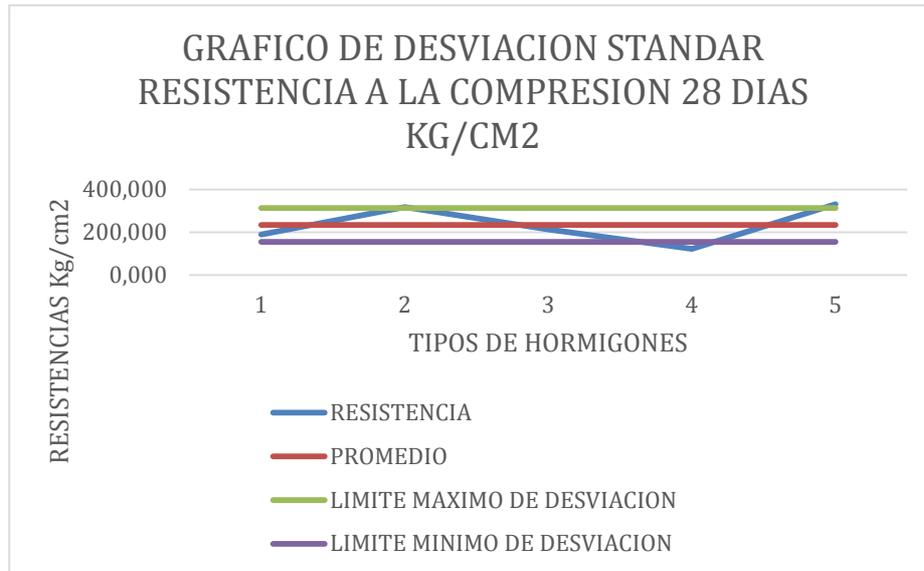


Gráfico 4 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Compresión en cilindros

De los datos obtenidos en la tabla 6 y representados en el gráfico 3 se puede observar que de las tres fibras sintéticas propuestas la de Nylon es la que mayor resistencia alcanza, supera en un 51,50% en relación al hormigón referente. Si hacemos una comparación con la fibra de vidrio podemos observar que en este ensayo fue la que mayor resistencia alcanza en relación a todos los hormigones, pues lo mejora hasta un 57,31%. Es importante recalcar que el hormigón con caucho reciclado en cambio mantiene la más baja resistencia representa un porcentaje del -41,81% en relación al hormigón referente. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 2.

Resistencia a compresión de paneles pequeños de 25 x 29 x 6 cm

Para éste método de ensayo se tomara la misma Norma ASTM C 39 y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1573:2010, que es la misma que se utilizó para los ensayos de los cilindros. La resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo para el área de la sección transversal del espécimen. La norma exige que la resistencia debería estar entre el rango entre 17 a 90 MPa. (173,35 a 917,73 kg/cm²)



Imagen 69

Ensayo a compresión de paneles de 25 x 29 x 6 cm

En la tabla 9-10 y gráfico 5 se puede observar los resultados de aplicación de carga en 4 paneles con distintos tipos de fibras a los 7, 14 y 28 días de las siguientes mezclas:

- HT:** HORMIGÓN TESTIGO SIN FIBRAS
- HN:** HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON
- HP:** HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO
- HCR:** HORMIGÓN CON CAUCHO RECICLADO
- HFV:** HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

Tabla 9

Valores obtenidos de MR en ensayos a compresión de paneles de 25 x 29 x 6 cm

TIPO DE FIBRA	MUESTRA DE HORMIGÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (DÍAS) Kg/cm ²			% LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS
		7 días	14 días	28 días	28 días
HORMIGÓN TESTIGO	HT	166,96	205,55	257,77	22,75
FIBRA SINTÉTICA	HN	139,13	191,15	212,43	1,16
	HP	142,78	167,94	204,17	-2,78
	HCR	63,64	-	133,09	-36,62
FIBRA CELULOSA	HFV	71,95	94,80	111,27	-47,01

**Tabla 10**

Valores obtenidos de MR en ensayos a compresión de paneles de 25 x 29 x 6 cm desviación estándar

GRAFICO DE DESVIACION STANDAR RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PANELES 28 DIAS						
TIPO DE FIBRA	N°	2 MUESTRA DE HORMIGÓN POR C/FIBRA (PROEDIO)	RESISTENCIA	PROMEDIO	LIMITE MAXIMO DE DESVIACION	LIMITE MINIMO DE DESVIACION
HORMIGON TESTIGO	1	HT	257,77	183,7	238	130
FIBRAS SINTÉTICAS	2	HN	212,43	183,7	238	130
	3	HP	204,17	183,7	238	130
	4	HCR	133,09	183,7	238	130
FIBRA CELULOSA	5	HFV	111,27	183,7	238	130

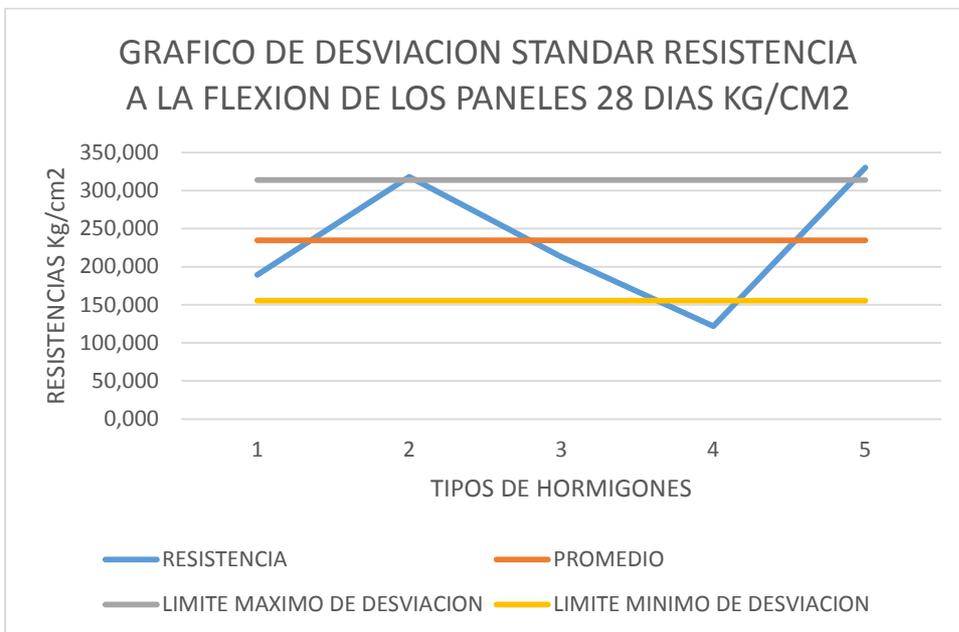


Grafico 5: Valores obtenidos de MR en ensayos a compresión de paneles de 25 x 29 x 6 cm desviación estándar

Una vez realizado todos los ensayos y cálculos necesarios siguiendo como referencia la norma ASTM C 39 y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1573:2010, considerando que no hay norma para los paneles y que la experimentación no se pudo realizar en formato 1:1 por limitaciones del laboratorio, y que los resultados obtenidos serán comparados con los del hormigón testigo, se establece que las muestras que superan a un hormigón simple de 210kg/f a la compresión es el hormigón con fibras de nylon, que supera y se mantiene dentro de los rangos. Para los paneles se puede mejorar la resistencia con la fibra de nylon, se puede realizar una variación del grueso de la fibra, pues mientras más gruesa es la fibra mayores resistencias se obtienen, por lo que para la elaboración del panel para los recubrimientos de fachadas o estructural se debe tener en cuenta estas consideraciones. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 3.

3.2.1.2 Ensayo de resistencia a la Tracción Indirecta de acuerdo a la Norma ASTM C 496

Concepto

El ensayo de tracción indirecta, destaca por ser un método simple y representativo, que permite imitar la respuesta de un pavimento flexible y obtener la carga máxima que aguanta una mezcla antes de romper.

Metodología

Este método de ensayo consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a lo largo de un espécimen de hormigón cilíndrico, a una velocidad que está dentro de un intervalo prescrito hasta que se produce un fallo. Esta carga induce tensiones de tracción en el plano que contiene la carga aplicada y tensiones de compresión relativamente altas en el área inmediatamente alrededor de la carga aplicada.

El fallo por tracción se produce en lugar de un fallo de compresión debido a que las áreas de aplicación de carga están en un estado de compresión triaxial, permitiéndoles soportar tensiones de compresión mucho más altas de las que se indicaría mediante un resultado de resistencia a compresión uniaxial. En el gráfico 5 se puede observar el esquema de rotura y fisuración.

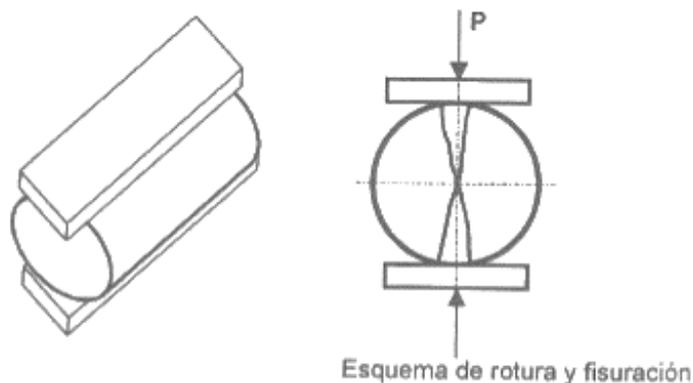


Gráfico 6 Esquema de rotura y fisuración

La resistencia a la tracción se utiliza en el diseño de estructurales de hormigón ligero, para evaluar el cizallamiento que es la deformación lateral que se produce por una fuerza externa.

El esfuerzo de tracción f_t se calcula con la siguiente expresión:

$$F_t = 2P/\pi Ld$$

En donde:

f_t = Esfuerzo de tracción en MPa

P= Carga aplicada en N

L= Longitud del cilindro en mm



d= Diámetro del cilindro en mm

Para el ensayo de Tracción indirecta se basa en la **Norma ASTM C496/C496M - 04** (Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto).

Este método de ensayo trata sobre la determinación de la resistencia a la tracción indirecta de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y núcleos perforados.

Cilindros: 30x15 cm



Imagen 70

Cilindro estándar de 15 x 30 cm.

Resistencia a la Tracción Indirecta en cilindros de 15x30 cm.

La resistencia a tracción indirecta de los hormigones se obtuvo siguiendo el procedimiento establecido en la norma ASTM C496/C496M – 04. Este método de ensayo consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a lo largo de un espécimen de hormigón cilíndrico a una velocidad que está dentro de un intervalo prescrito hasta que se produce un fallo. Esta carga induce tensiones de tracción en el plano que contiene la carga aplicada y tensiones de compresión relativamente altas en el área inmediatamente alrededor de la carga aplicada. El fallo por tracción se produce en lugar de un fallo de compresión debido a que las áreas de aplicación de carga están en un estado de compresión triaxial, permitiéndoles soportar tensiones de compresión mucho más altas de las que se indicaría mediante un resultado de resistencia a compresión uniaxial.

La resistencia a la tracción indirecta puede tomarse aproximadamente como el 10% de la resistencia a la compresión (Gerardo A, RIVERA L. Concreto Simple)



Imagen 71

Ensayo a tracción indirecta en cilindro estándar de 30 x 15 cm

En la tabla 11-12 y gráfico 7 se puede observar los resultados de aplicación de carga en 6 cilindros con distintos tipos de fibras a la edad de 7, 14 y 28 días de las siguientes mezclas pero se analiza solo la de la máxima edad:

HT: HORMIGÓN TESTIGO SIN FIBRAS

HN: HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON

HP: HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO

HCR: HORMIGÓN CON CAUCHO RECICLADO

HFV: HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

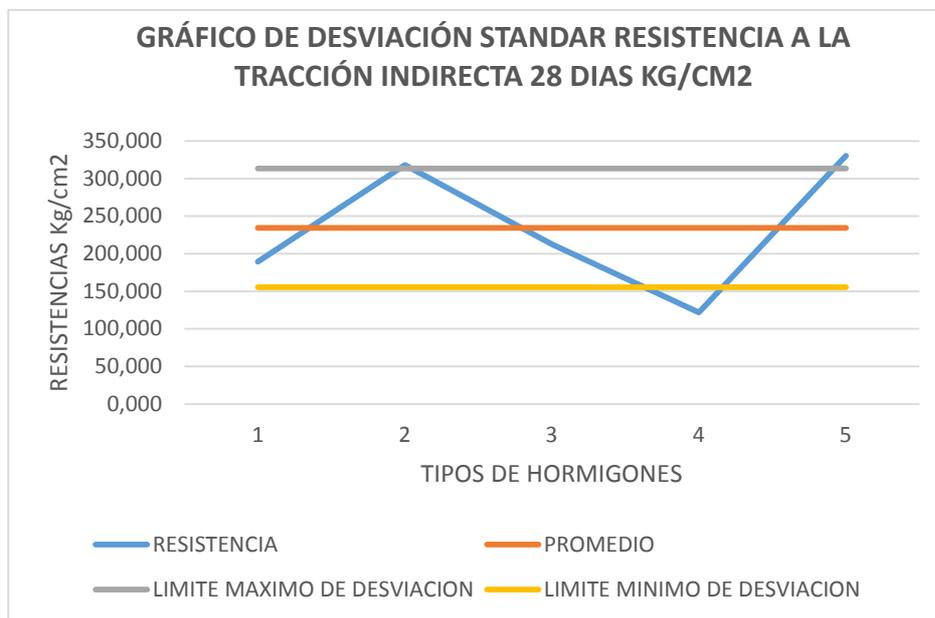
Tabla 11

Valores obtenidos de MR en el ensayo a Tracción Indirecta

TIPO DE FIBRA	MUESTRA DE HORMIGÓN	RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA (DÍAS) Kg/cm ²			% LA TRACCIÓN INDIRECTA A LOS 28 DÍAS
		7 días	14 días	28 días	28 días
HORMIGÓN TESTIGO	HT	16,01	17,83	27,45	30,72%
FIBRAS SINTÉTICAS	HN	16,91	22,03	29,247	39,27%
	HP	19,34	25,22	27,94	33,02%
	HCR	-	-	10,11	-51,85%
FIBRA CELULOSA	HFV	18,21	19,34	28,73	36,83%

**Tabla 12***Valores obtenidos de MR en el ensayo a Tracción Indirecta con desviación estándar*

TIPO DE FIBRA	2 MUESTRAS DE HORMIGON	ALTURA	PROMEDIO	LIMITE MAXIMO DE DESVIACION	LIMITE MINIMO DE DESVIACION
HORMIGON TESTIGO	HT	27,45	24,7	32	17
FIBRAS SINTÉTICAS	HN	29,247	24,7	32	17
	HP	27,94	24,7	32	17
	HCR	10,11	24,7	32	17
FIBRA CELULOSA	HFV	28,73	24,7	32	17

**Gráfico 7 Valores** obtenidos de MR en el ensayo a Tracción Indirecta en cilindros de 15x30cm

De acuerdo con los datos de la tabla 11 y 12 y representados en el gráfico 6 se puede observar que todos los hormigones cumplen con el parámetro de resistencia dice que manifiesta que debe resistir hasta un 10% de la resistencia obtenida en los ensayos a compresión, a excepción del hormigón con caucho reciclado del mismo que no se han considerado los datos de los 7 y 14 días por presentar resistencias muy bajas y se ha tomado solo como referencia el de los 28 días, de las fibras sintéticas propuestas el Nylon es la que mayor resistencia pues se incrementa un 39,7% en relación al hormigón referente. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 4.

3.2.1.3 Ensayo de resistencia a la flexión de acuerdo a las normas ASTM C 78 carga a los tercios

Concepto

Esta norma establece el método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón mediante el uso de una viga simple apoyada en los extremos y cargada en los tercios de la luz libre.

Metodología

Una viga de hormigón simple apoyada libremente en los extremos es cargada en los tercios de la luz libre hasta que ocurra la rotura del espécimen. La carga aplicada es continua, sin impacto a una velocidad constante.

La máquina de ensayo debe cumplir con los requisitos de las secciones referidas a la verificación, correcciones y lapso entre verificaciones de la norma ASTM E4. No se permiten las máquinas de ensayo operadas manualmente que tienen bombas que no proporcionan una carga continua de un solo movimiento. Están permitidas bombas a motor o bombas de desplazamiento positivo operadas manualmente que tengan capacidad suficiente en un movimiento continuo para completar el ensayo sin necesidad de recarga y deben ser capaces de aplicar cargas a una velocidad uniforme, sin golpes o interrupciones.

Aparatos de carga: el método de la carga en los tercios de la luz libre se utiliza para realizar ensayos de flexión del hormigón, empleando bloques de carga, los cuales aseguran que las fuerzas aplicadas a la viga sean perpendiculares a la cara del espécimen y aplicadas sin excentricidad. Un diagrama de un aparato que cumple este propósito se muestra en el gráfico 7.

La velocidad de aplicación de la carga debe estar entre 0,86 y 1,21MPa/min, que para vigas de sección de 150 x 150 mm y con una separación entre apoyos igual a 450 mm, equivale a cargas entre 6,45 y 9,08Kn/min o 0,11 y 0.15 KN/seg.

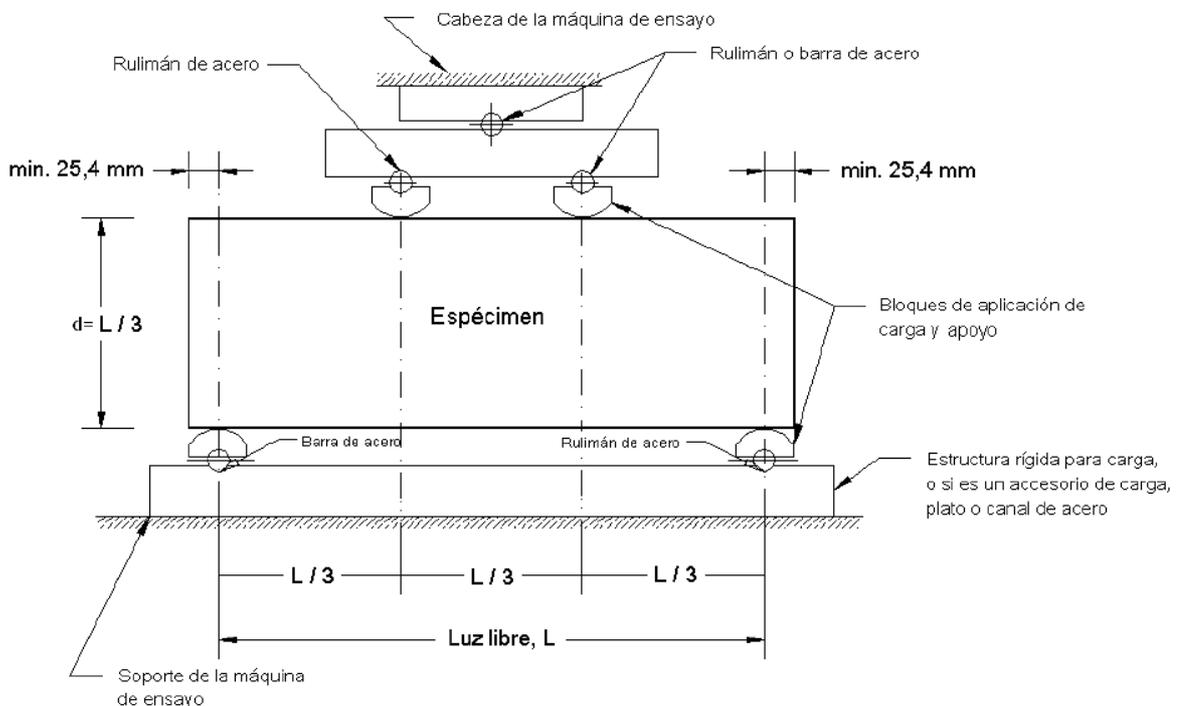


Gráfico 8 Esquema de un aparato apropiado para ensayos de flexión en el hormigón, por el método de la carga en los tercios de la luz libre

El módulo de rotura debe cuantificarse mediante la siguiente ecuación:

$$MR = PL / bd^2$$



En donde:

P= carga aplicada por la prensa, en KN o Kg.

L= distancia entre apoyos de la viga, en mm

b= ancho de la viga, generalmente igual a d, en mm, y

d= altura del a viga, en mm

El módulo de rotura por flexión MR se obtiene en MPa.

En las vigas se realizó ensayos a flexión para lo cual se colocó dos apoyos en la parte superior central de la viga y dos en los extremos inferiores; en los paneles se colocó un apoyo en la parte superior central y dos apoyos en la parte inferior, en los cilindros se realizó ensayos a compresión colocando el cilindro de forma vertical, tracción indirecta colocando el cilindro de manera horizontal y elasticidad colocando el cilindro de forma vertical.

Se considera la norma que establece el método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón mediante el uso de una viga simple apoyada en los extremos y cargada en los tercios de la luz libre. **ASTM C 78 carga a los tercios**

Vigas: 53,4 x 15,5 x 15 cm



Imagen 72

Vigas de 53,4 x 15,5 x 15 cm.

Para el presente proyecto se realizaron ensayos a flexión en paneles de 60x25x6 cm aplicando la misma norma de las vigas.

Paneles: 60x25x6 cm



Imagen 73

Panel estándar para ensayar de 60 x 25 x 6 cm

Resistencia a flexión con 4 puntos de apoyo de vigas de 53,4 x 15,5 x 15 cm.

La resistencia a la flexión de los hormigones se obtuvo siguiendo el procedimiento establecido en la norma ASTM C 78 y en la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554:2011. La velocidad de aplicación de la carga debe estar entre 0,86 y 1,21MPa/min, que para vigas de sección de 150 x 150 mm y con una separación entre apoyos igual a 450 mm, equivale a cargas entre 6,45 y 9,08Kn/min o 0,11 y 0.15 KN/seg.



Imagen 74
Ensayo a flexión de vigas 53,4 x 15,5 x 15 cm

En la tabla 13-14 y gráfico 9 se puede observar el proceso de aplicación de puntos de apoyo en 6 vigas con diferentes fibras a la edad de 7, 14 y 28 días de las siguientes mezclas:

- HT:** HORMIGÓN TESTIGO SIN FIBRAS
- HN:** HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON
- HP:** HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO
- HCR:** HORMIGÓN CON CAUCHO RECICLADO
- HFV:** HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

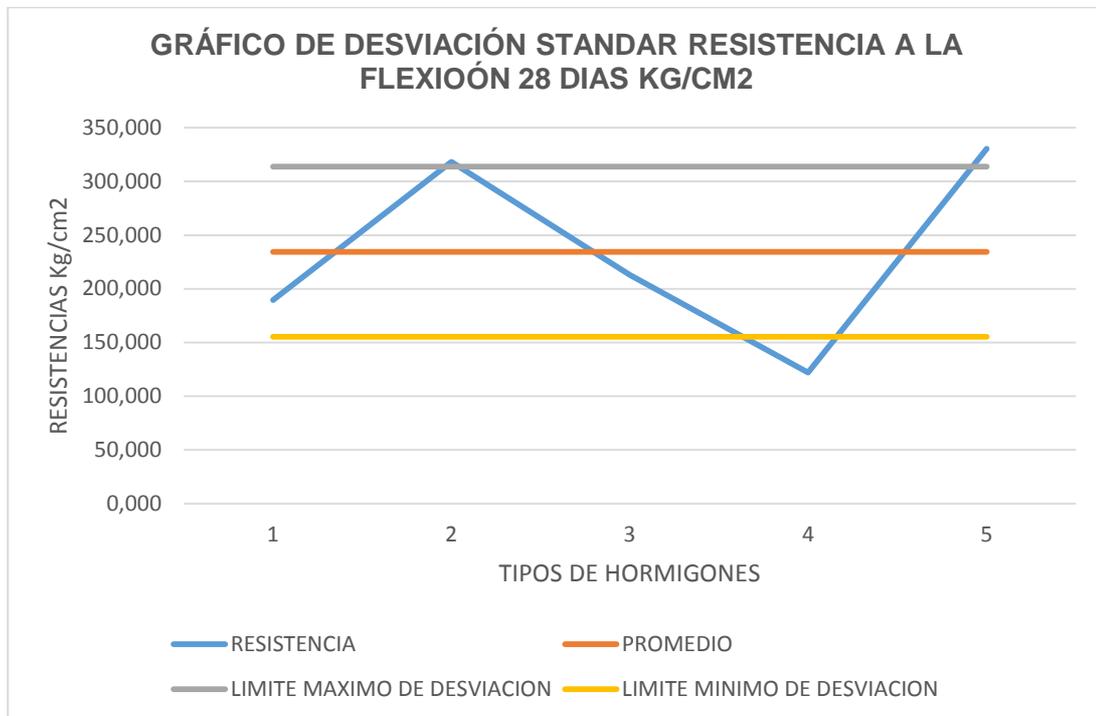
Tabla 13

Se presentan los valores obtenidos de MR a la flexión en las vigas de 53,4 x 15,5 x 15 cm

TIPO DE FIBRA	MUESTRA DE HORMIGÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN (DÍAS) Kg/cm ²			% LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS
		7 días	14 días	28 días	28 días
HORMIGÓN TESTIGO	HT	26,70	35,45	35,27	16,80
FIBRA SINTÉTICA	HN	27,40	43,07	38,82	18,49
	HP	31,93	47,43	41,20	19,62
	HCR	13,45	16,55	19,76	9,41
FIBRA CELULOSA	HFV	40,02	45,34	41,50	19,76

**Tabla 14** Se presentan los valores obtenidos de MR a la flexión en las vigas de 53,4 x 15,5 x 15 cm

TIPO DE FIBRA	2 MUESTRAS DE HORMIGON	ALTURA	PROMEDIO	LIMITE MAXIMO DE DESVIACION	LIMITE MINIMO DE DESVIACION
HORMIGON TESTIGO	HT	35,27	35,3	43	27
FIBRAS SINTÉTICAS	HN	38,82	35,3	43	27
	HP	41,2	35,3	43	27
	HCR	19,76	35,3	43	27
FIBRA CELULOSA	HFV	41,5	35,3	43	27

**Gráfico 9** Valores obtenidos de MR a la flexión en las vigas de 53,4 x 15,5 x 15 cm con desviación estándar

De los datos de la tabla 9 y representados en el gráfico 8 se puede observar que dentro del grupo de las fibras sintéticas propuestas tanto el hormigón de nylon como la de polipropileno superan en resistencia si hacemos una comparación con el hormigón referente, pues superan hasta en un 19,62%. El hormigón con fibra de vidrio sin embargo es la que alcanza la mayor resistencia en general, pero al ser solo un hormigón comparativo, debemos considerar que el que mejor comportamiento tiene es el hormigón con fibra de nylon. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 5.

Para poder determinar el hormigón con las mejores características es necesario considerar diferentes granulometrías por lo que se realiza ensayos con diferentes ripios.



En la tabla 15-16 y gráfico 10 y se puede observar los resultados del proceso de aplicación de puntos de apoyo en 3 vigas con ripio de distintas granulometrías a la edad de 7, 14 y 28 días de las siguientes mezclas 2 muestras pro cada ensayo a diferentes edades:

HT1: HORMIGÓN TESTIGO CON RIPIO 3/8"

HT2: HORMIGÓN TESTIGO CON RIPIO 3/4"

HT3: HORMIGÓN TESTIGO CON CHISPA

Tabla 15

Valores obtenidos de MR en el ensayo a la flexión en vigas 53,4 x 15,5 x 15 cm con diferentes granulometrías

MUESTRA DE HORMIGÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN (DÍAS) Kg/cm ²			% DE FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS
	7 días	14 días	28 días	28 días
HT1	26,70	35,45	35,27	16,80
HT2	26,41	31,57	19,15	9,12
HT3	28,13	30,71	24,52	11,68

Los resultados de este método de ensayo pueden ser utilizados para determinar el cumplimiento con las especificaciones o como base para la dosificación y mezcla.

Tabla 16

Valores obtenidos de MR en el ensayo a la flexión en vigas 53,4 x 15,5 x 15 cm con desviación standar

GRAFICO DE DESVIACIÓN STANDAR RESISTENCIA A LA FLEXIÓN 28 DÍAS

TIPO DE FIBRA	N°	2 MUESTRA DE HORMIGÓN POR C/FIBRA (PROMEDIO)	RESISTENCIA	PROMEDIO	LIMITE MÁXIMO DE DESVIACIÓN	LIMITE MÍNIMO DE DESVIACIÓN
HORMIGÓN TESTIGO CON RIPIO 3/8"	1	HT1	35,27	15,8	25	6
HT2: HORMIGÓN TESTIGO CON RIPIO 3/4"	2	HT2	19,15	15,8	25	6
HT3: HORMIGÓN TESTIGO CON CHISPA	3	HT3	24,52	15,8	25	6

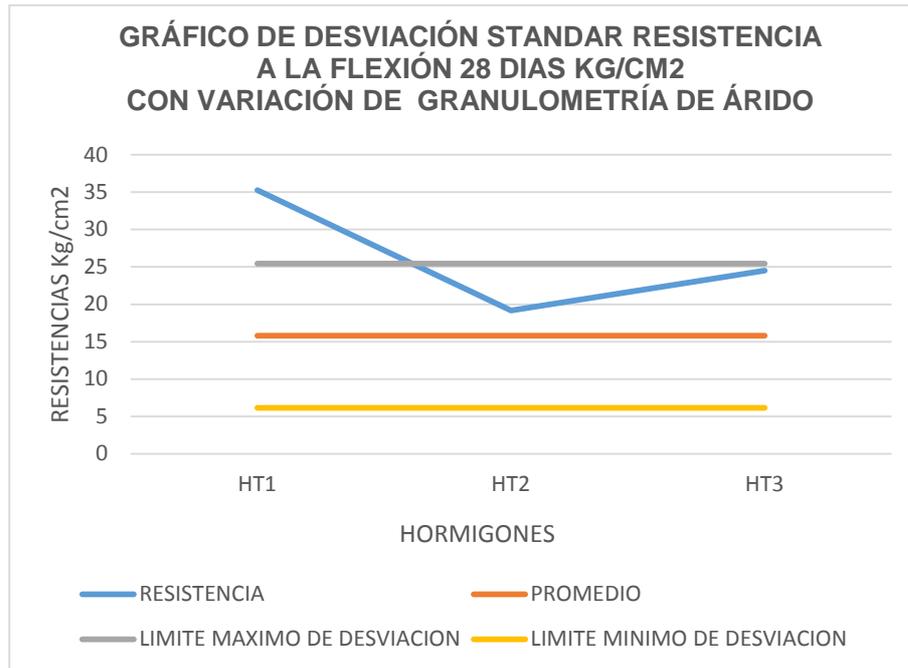


Gráfico 10 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la flexión en vigas 53,4 x 15,5 x 15 cm con diferentes Granulometrías.

De los resultados obtenidos podemos observar que el HT1 que fue realizado con ripio de 3/8" alcanza más alta resistencia, por lo que se puede deducir que es el que brinda mejores condiciones para la elaboración de los paneles. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 5.1

Resistencia a la flexión con 3 puntos de apoyo de paneles grandes de 60 x 25 x 6 cm

Para la resistencia a la flexión de los hormigones se tomó como referencia el procedimiento establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554:2011, utilizando un panel de hormigón simple apoyada libremente en los extremos es cargada en los tercios de la luz libre hasta que ocurra la rotura del espécimen. La carga aplicada es continua, sin impacto a una velocidad constante. El resultado de los ensayos a flexión suele estar entre el 10 y 20% de los resultados obtenidos en la compresión. (Rivera L, Gerardo A "Concreto Simple")



Imagen 75

Ensayo a flexión de paneles estándar con 3 puntos de apoyo de 60 x 25 x 6 cm



Para el ensayo de vigas y paneles a flexión con 3 y 4 puntos se utilizó el siguiente apoyo:



Imagen 76

Apoyo (Longitud de apoyo= 48cm.)

En la tabla 17 y gráfico 11, se puede observar el proceso de aplicación de puntos de apoyo en 6 paneles con distintos tipos de fibras a la edad de 7, 14 y 28 días de las siguientes mezclas:

HT: HORMIGÓN TESTIGO SIN FIBRAS

HN: HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON

HP: HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO

HCR: HORMIGÓN CON CAUCHO RECICLADO

HFV: HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

Tabla 17

Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Flexión de paneles de 60x25x6cm.

TIPO DE FIBRA	MUESTRA DE HORMIGÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN (DÍAS) Kg/cm ²			% LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS
		7 días	14 días	28 días	28 días
HORMIGÓN TESTIGO	HT	37,06	41,27	54,46	29,67%
FIBRA SINTÉTICA	HN	24,72	43,42	57,77	37,55%
	HP	27,20	43,23	40,15	-4,40%
	HCR	23,63	-	41,07	-2,21%
FIBRA CELULOSA	HFV	33,51	35,52	46,75	11,31



Tabla 18

Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Flexión de paneles de 60x25x6cm. Con desviación estándar

TIPO DE FIBRA	2 MUESTRAS DE HORMIGON	ALTURA	PROMEDIO	LIMITE MAXIMO DE DESVIACION	LIMITE MINIMO DE DESVIACION
HORMIGON TESTIGO	HT	54,46	48,0	55	41
FIBRAS SINTÉTICAS	HN	57,77	48,0	55	41
	HP	40,15	48,0	55	41
	HCR	41,07	48,0	55	41
FIBRA CELULOSA	HFV	46,75	48,0	55	41

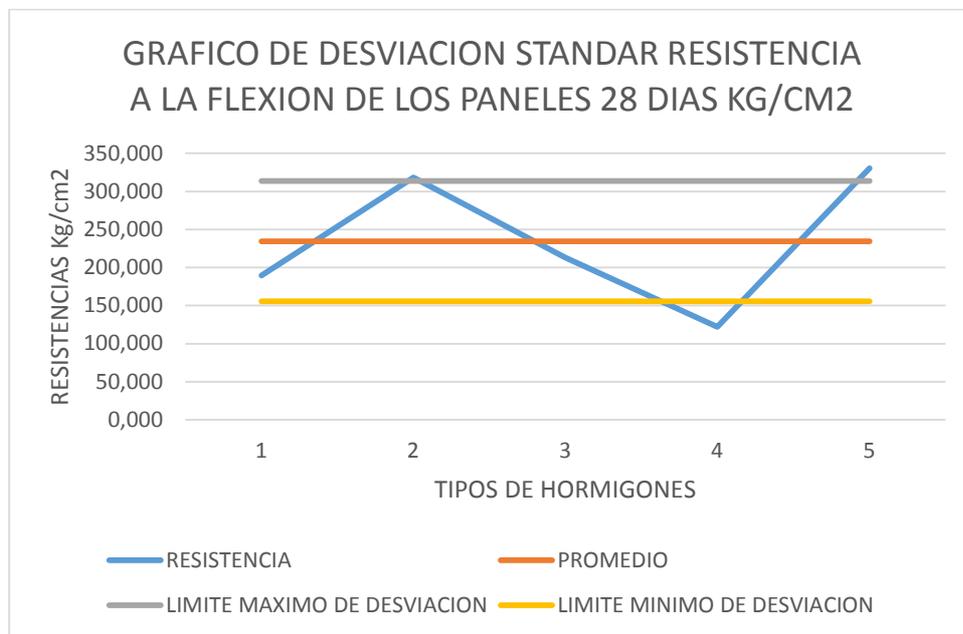


Gráfico 11 Resultados de ensayo a la Flexión de paneles de 60 x 25 x 6 cm

De los datos obtenidos en la tabla 11 y expresados en el gráfico 10, podemos observar que solamente el hormigón con fibras de nylon es el que alcanza la mayor resistencia, representa el 37,55% en comparación al hormigón referente, manteniéndose dentro del rango que exige la norma. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 6.

3.2.1.4 Ensayo módulo de elasticidad y relación de poisson de acuerdo a la NORMA ASTM C- 469

Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad (E_c), es una medida de la rigidez, o sea la resistencia del hormigón a la deformación que sufre bajo condiciones de carga de corta duración en el rango elástico.

El hormigón no es un material realmente elástico, pero en estado endurecido tiene una curva de esfuerzo de compresión-deformación, que es una recta dentro del rango de los esfuerzos de trabajo.

De acuerdo con la Norma ASTM C-469 Método de prueba estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y el coeficiente de Poisson del hormigón en compresión, se calcula el módulo de elasticidad por la siguiente relación:

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(E_1 - 0.000050)}$$

Donde:

S2= Esfuerzo correspondiente al 40% de la resistencia.

S1= Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 50 millonésimas.

E1= Deformación unitaria longitudinal, producida por el esfuerzo S2.

El módulo de elasticidad se establece en base de pruebas realizadas a los cilindros de hormigón, los mismos que son sometidos a esfuerzos de compresión crecientes hasta llevarlo a la falla, si para cada nivel se toman datos de la deformación unitaria del hormigón, se puede dibujar la curva que relaciona esfuerzo/deformación que se puede observar en la gráfico 11 en donde de acuerdo a la Norma ASTM C-469, el módulo de elasticidad (E_c) se determina calculando la pendiente del segmento de recta que pasa por los puntos A y B, para lo cual es obligatorio obtener del trazo de la curva la ordenada correspondiente a las 50 microdeformaciones y la abscisa correspondiente al esfuerzo $0.40f'_c$. En el gráfico 11 también se puede observar que la deformación que corresponde a la resistencia del concreto es $0,002 \text{ cm/cm}$, que corresponde a 2,000 microdeformaciones. Incluso después de que el hormigón alcanza su resistencia máxima, y si la carga se sostiene (el esfuerzo disminuye) hasta conseguir la falla total, se puede medir la deformación última que soporta el material, ésta deformación es de $0,035 \text{ cm/cm}$.

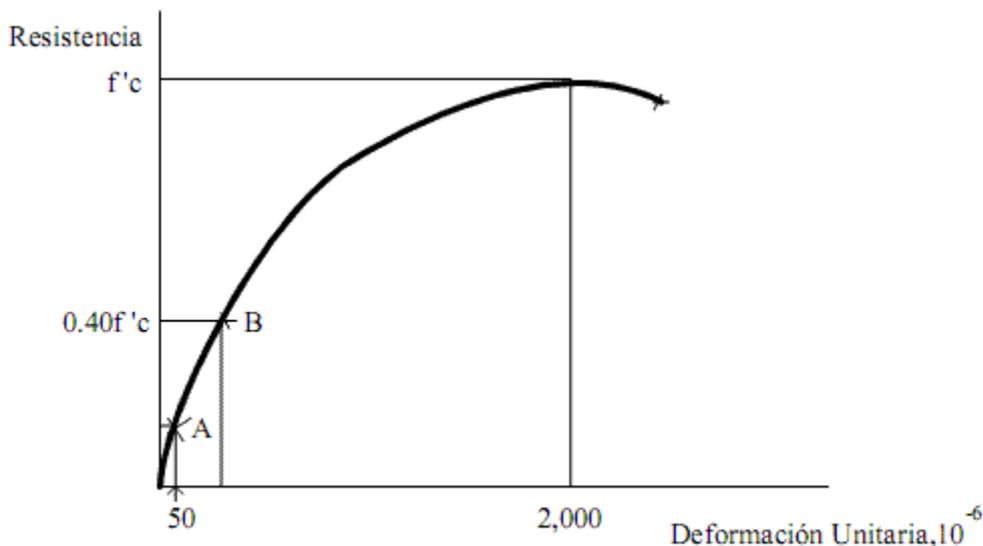


Gráfico 12 Curva Típica Esfuerzo-Deformación para el Concreto Bajo Compresión, y Puntos para Definir el Módulo de Elasticidad según ASTM C-469.



Coeficiente de Poisson

Relaciona la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal o axial de un elemento, esta medida se calcula normalmente de acuerdo a la Norma ASTM C-469 durante la prueba de compresión realizada en un cilindro estándar, cuya relación se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$U = \frac{(Et2 - Et1)}{(E1 - 0.000050)}$$

Donde:

Et2= Deformación transversal unitaria, a mitad de altura del espécimen, producida por el esfuerzo S2.

Et1= Deformación transversal unitaria, a mitad de altura del espécimen, producida por el esfuerzo S1.

E1= Deformación unitaria longitudinal, producida por el esfuerzo S2.

Los valores del módulo de Poisson varían entre 0,15 y 0,20. Con los resultados se puede calcular la deformación del material y por lo tanto calcular el esfuerzo en los ejes.

De acuerdo a lo estipulado en la norma se toman los puntos A y B correspondientes a 50 unidades de deformación y 40% de la máxima resistencia a compresión respectivamente. (Gráfico 12 y Norma ASTM C-469)

Ensayo

El método de ensayo del módulo de elasticidad se basa en aplicar una tensión inicial de 0.45 (N/mm²) y mantenerla durante 60 segundos, pasado 30 segundos se lee el resultado de la deformación de dicha tensión. La carga se aumenta continuamente a una velocidad de 0.5 ± 0.01 (N/mm²/seg).

Para el cálculo del coeficiente de Poisson se utilizará el mismo cilindro en el que se midió el módulo de Elasticidad, luego se colocara el anillo con un dial a la mitad de la altura para medir el desplazamiento transversal y dos anillos extremos con un dial para medir la deformación vertical. Se aplicará cargas con intervalos de 1500 (kgf) (15 (kN)) hasta 9000 (kgf) (90 (kN)), en cada etapa se leerán el resultado del dial que mide el desplazamiento transversal, en cada etapa se calculará la tensión en N/ mm², la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal.



Imagen 77

Ensayo Módulo de Elasticidad y relación de Poisson



En la tabla 19 se puede observar el proceso de aplicación de la carga en 2 cilindros con distintos tipos de fibras a los 28 días de las siguientes mezclas:

HT: HORMIGÓN TESTIGO SIN FIBRAS

HN: HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON

HP: HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO

HCR: HORMIGÓN CON CAUCHO RECICLADO

HFV: HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

Tabla 19

Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson en cilindros de 30 x 15 cm.

ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON			
TIPO DE FIBRA	MUESTRA DE HORMIGÓN	Módulo de elasticidad (Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación) Kg/cm² a los 28 días	Coefficiente de Poisson (Deformación unitaria transversal) a los 28 días
HORMIGÓN TESTIGO	HT	109586,16	0,04
FIBRA SINTÉTICA	HN	106624,47	0,21
	HP	124455,87	0,09
	HCR	-	-
FIBRA CELULOSA	HFV	93274,44	0,13

De los datos de la tabla 19 se puede deducir que el hormigón con fibra polipropileno es la que mayor esfuerzo resistió pero el hormigón de nylon es la que mantiene el rango permitido en el del coeficiente de poisson de acuerdo a la norma. Para el detalle del ensayo y resultados ver el Anexo 7.

3. 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE HORMIGÓN

Una vez realizado todos los cálculos necesarios tomando en consideración las normas ASTM y la norma técnica ecuatoriana NTE INEN, se puede deducir que el hormigón de nylon en todos los ensayos ha alcanzado buenos resultados por lo que se puede afirmar que de las tres fibras sintéticas propuestas la de nylon permite dar viabilidad a la elaboración de paneles.

En la tabla 20 y gráfico 13 se puede observar los valores comparativos finales y óptimos de cada hormigón de acuerdo a las siguientes mezclas:

HT: HORMIGÓN TESTIGO SIN FIBRAS

HN: HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON

HP: HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO



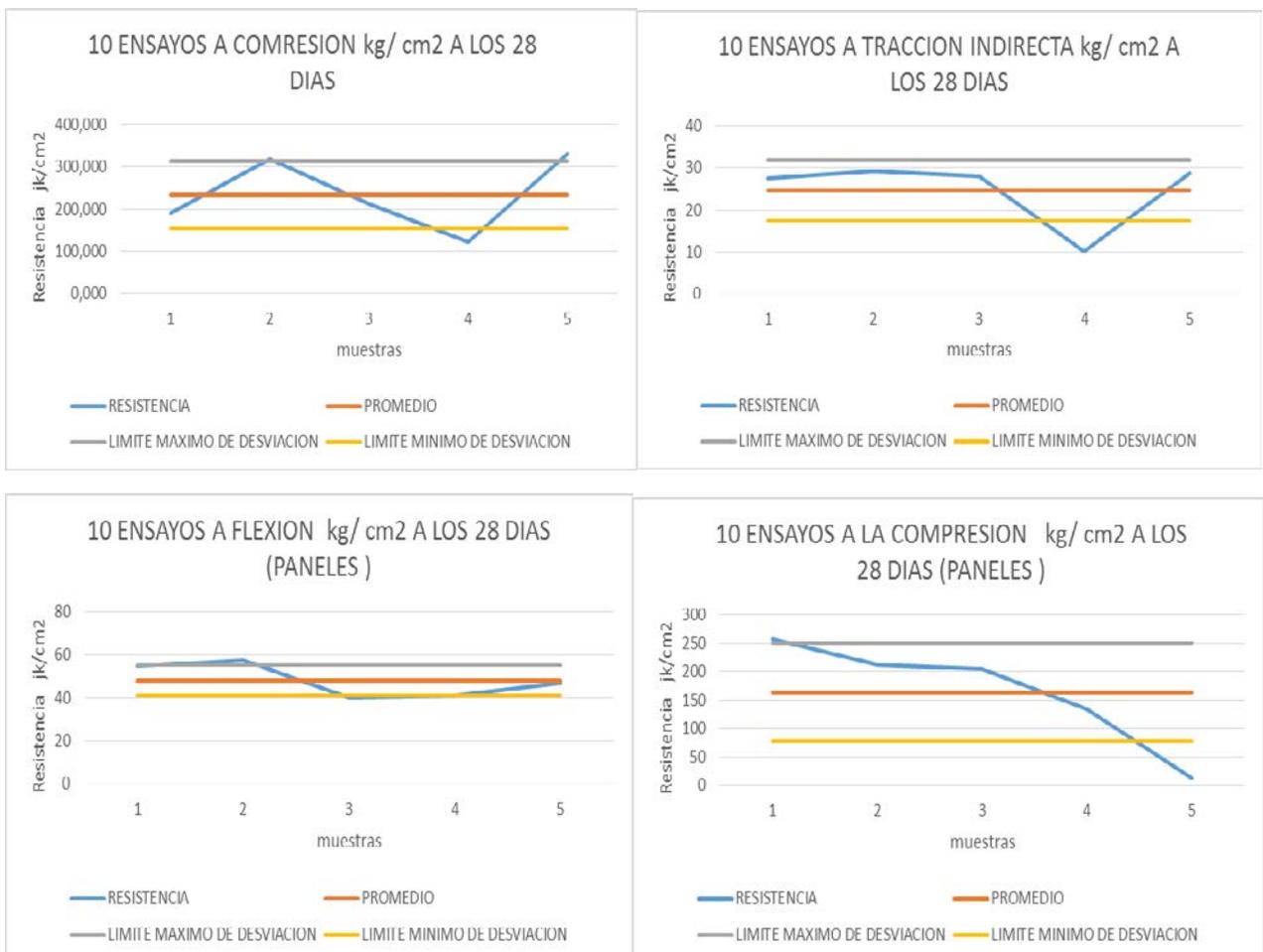
HCR: HORMIGÓN CON CAUCHO RECICLADO
HFV: HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

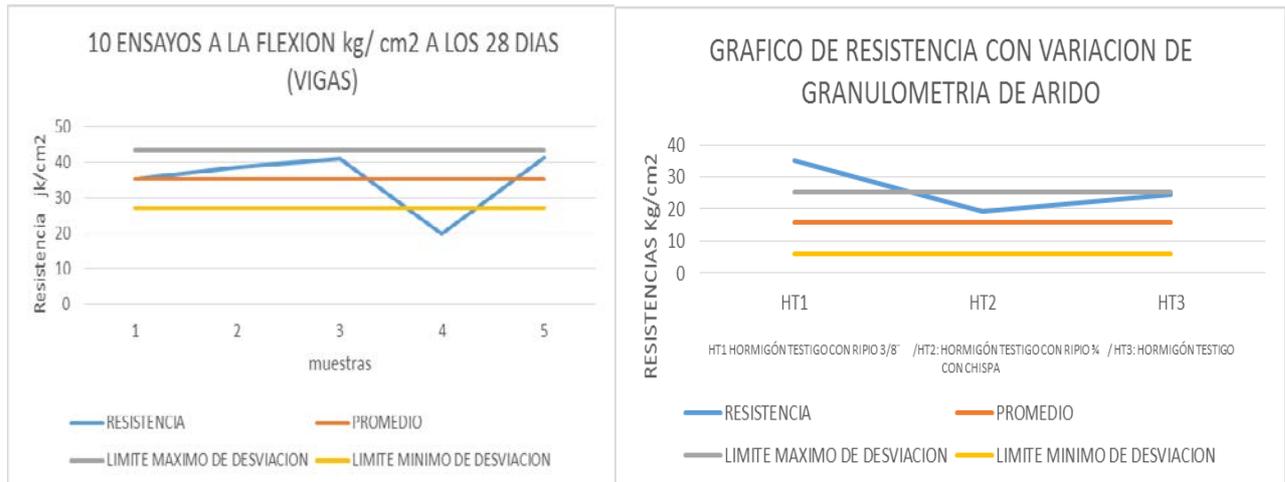
Tabla 20

Cuadro resumen de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos en Kg/cm² para cada ensayo según la norma se ensaya dos muestras por cada fibra en las diferentes fechas es decir por cada dosificación se elabora 6 muestras para cada ensayo para ser sometidas a cargas máximas a los 7- 14 y 28 días.

	MUESTRAS DE HORMIGÓN	10 ENSAYOS A COMPRESIÓN kg/cm ² A LOS 28 DÍAS	10 ENSAYOS A TRACCIÓN INDIRECTA kg/cm ² A LOS 28 DÍAS	10 ENSAYOS A FLEXIÓN kg/cm ² A LOS 28 DÍAS (PANELES)	10 ENSAYOS A LA COMPRESIÓN kg/cm ² A LOS 28 DÍAS (PANELES)	10 ENSAYOS A LA FLEXIÓN kg/cm ² A LOS 28 DÍAS (VIGAS)
HORMIGÓN TESTIGO	HT	189,450	27,45	54,46	257,77	35,27
FIBRAS SINTÉTICAS	HN	318,150	29,24	57,77	212,43	38,82
	HP	212,920	27,94	40,15	204,17	41,2
	HCR	121,970	10,1	41,07	133,09	19,76
FIBRA CELULOSA	HFV	330,360	28,73	46,75	11,27	41,5

Gráfico 13 Resumen de los resultados de los diferentes ensayos realizados a los 28 días Kg/cm²





En la tabla 20 se determina que el hormigón con fibra de nylon y la fibra de vidrio alcanza una resistencia sobre los 300kg/cm² a diferencia del hormigón referente, teniendo un claro resultado de su notable mejoría, a diferencia del hormigón de polipropileno se mantiene sin variar su resistencia en cuanto a la compresión y el caucho es muy por debajo de lo requerido llegando a un 50% del referente por lo que no sería recomendable el caucho reciclado de acuerdo a estas experimentaciones.

En cuanto a la tracción indirecta se mantiene una resistencia no muy variable con y sin fibras a diferencia del hormigón referente. Manteniendo desde luego su resistencia de acuerdo a la norma que es un 10% de la resistencia a compresión que estaría cumpliendo con la norma.

En lo referente al ensayo a la flexión de las vigas la norma dice que debe estar entre el 10 al 20 % de la resistencia a la compresión por lo que todos los ensayos estaría llegando al promedio lo que requiere la norma, claro que el hormigón con caucho reciclado no llegaría. Pero si consideramos esta misma norma para los paneles sometidos a flexión estaría superando la norma y como se relaciona siempre con el hormigón testigo estaría cumpliendo con lo requerido y el panel de nylon es el más indicado.

El cono de abrams es un instrumento metálico que se utiliza en el ensayo que se le realiza al hormigón en su estado fresco para medir su consistencia ("fluidez" o "plasticidad" del hormigón fresco).

El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón. Con la norma NCT 396.



Imagen 78
Cono de abrams

- De 0 a 2 cm, consistencia seca
- De 3 a 5 cm, consistencia plástica
- De 6 a 9 cm, consistencia blanda
- De 10 a 15 cm, consistencia fluida
- De 16 a 20 cm, consistencia líquida

El hormigón con fibras por sus características de la adición de fibras, tiende a ser más seco pero se mantiene en un rango de plástica corrigiendo el agua y la absorción de las fibras, de 3 a 5 cm.

3.4 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ANCLAJE A LA TABAQUERÍA O ESTRUCTURA

El sistema de anclaje se podría aplicar en dos maneras en la primera alternativa se aplicara sobre una tabiquería de ladrillo o de bloque con piezas de sujeción tanto entre paneles y como a la tabiquería con uniones para paredes y para paneles entre sí:

PANELES COLOCADOS SOBRE TABIQUERÍA

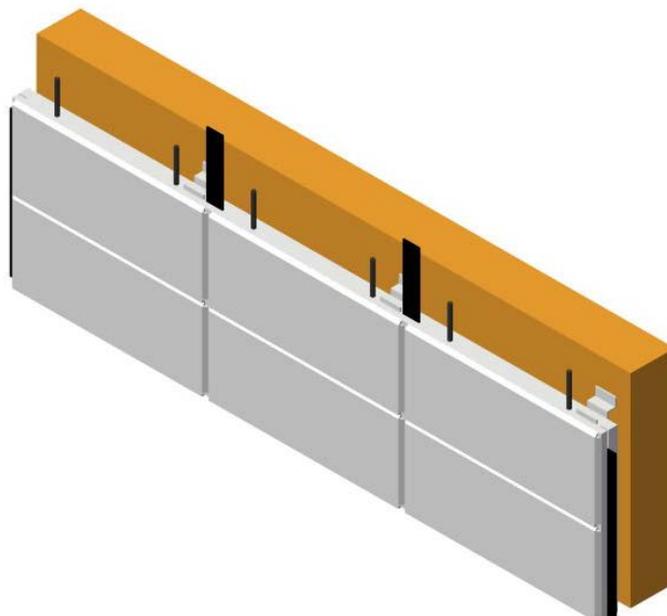
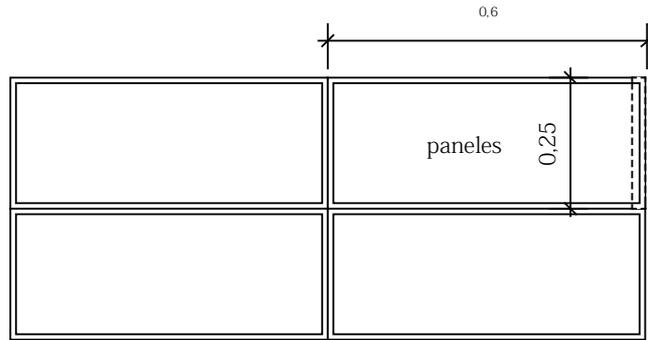
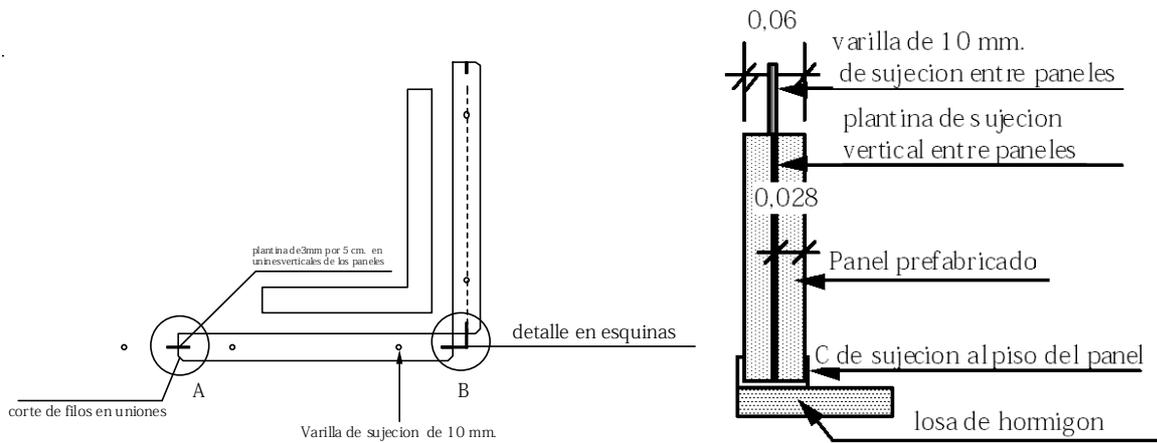


Imagen 79
Perspectiva del Sistema alternativa 1



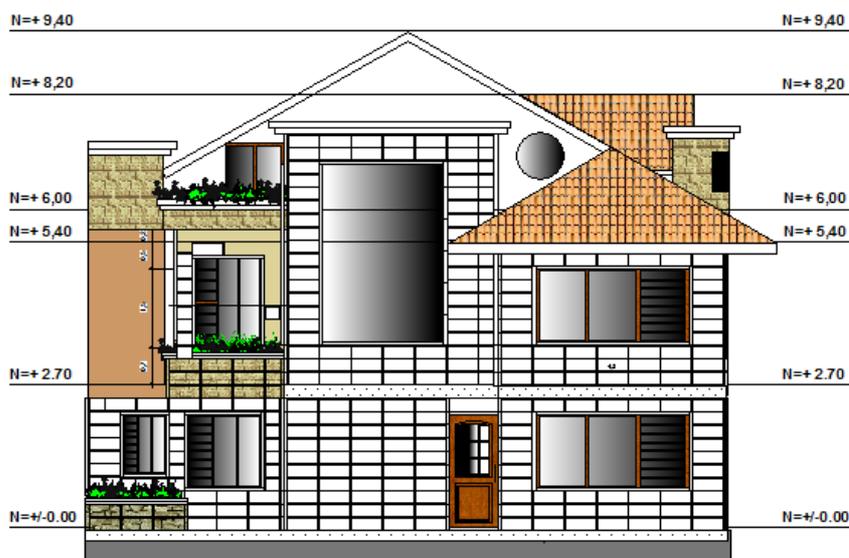
Elevación frontal de paneles



Planta de sistema de colocación de paneles

Detalle A

Imagen 80
Detalles de sistemas de anclajes



ELEVACION FRONTAL

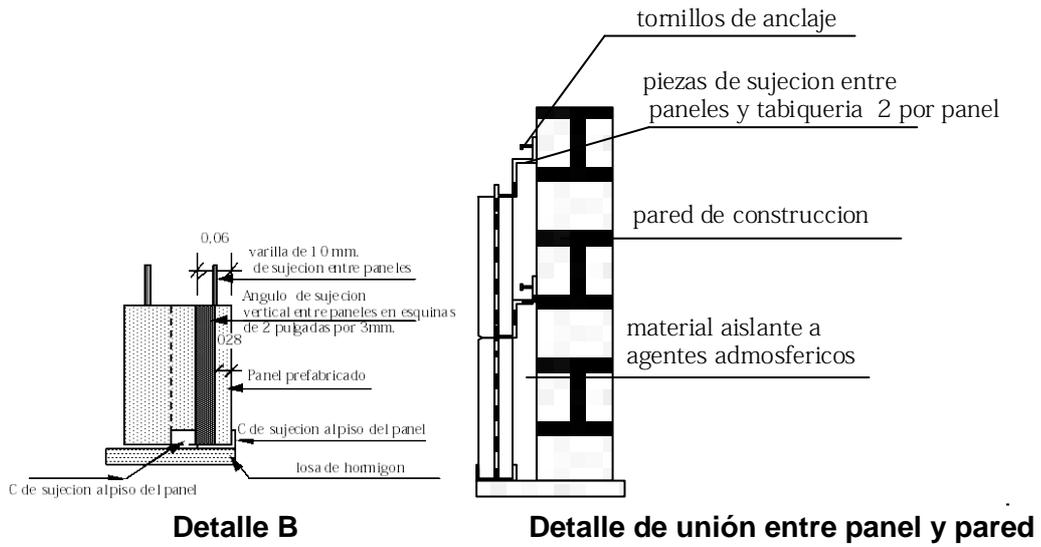
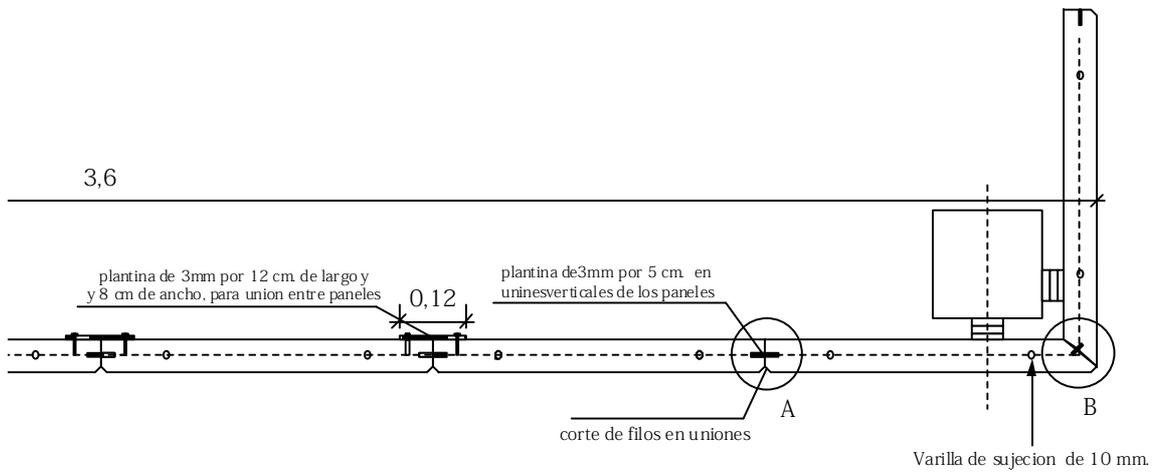
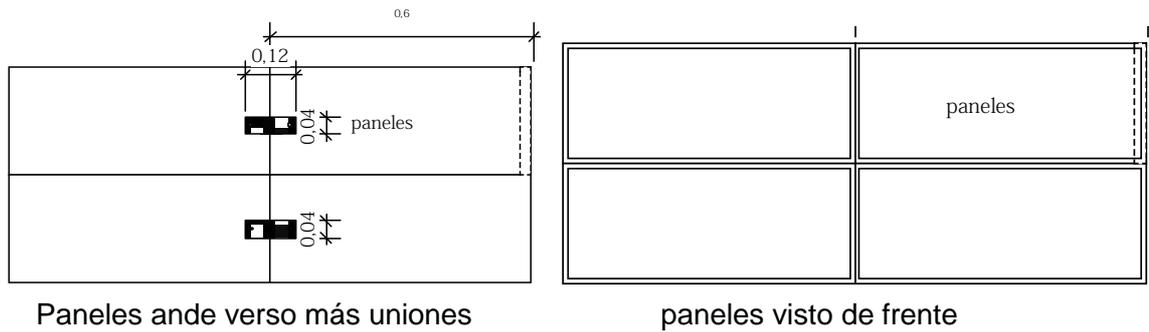
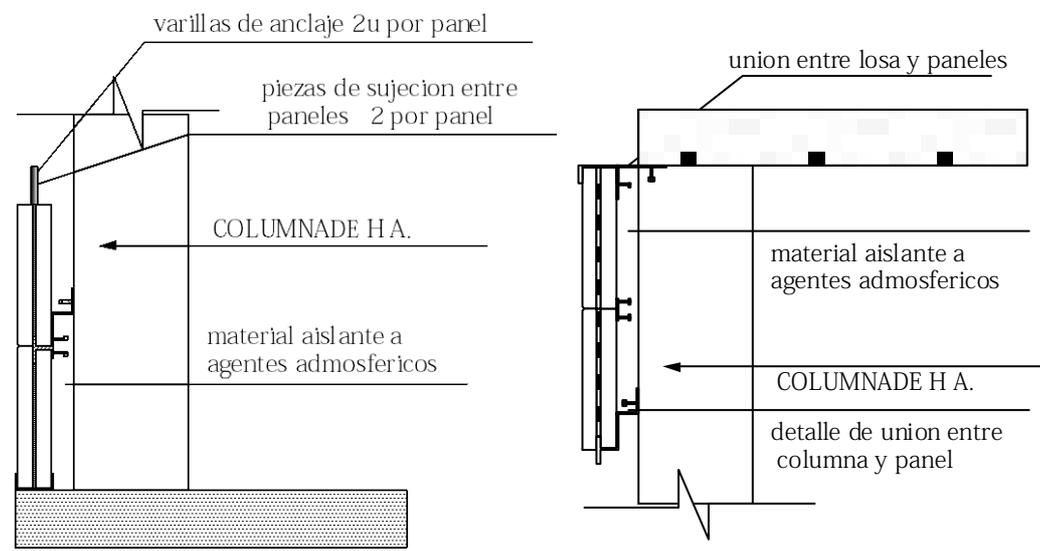
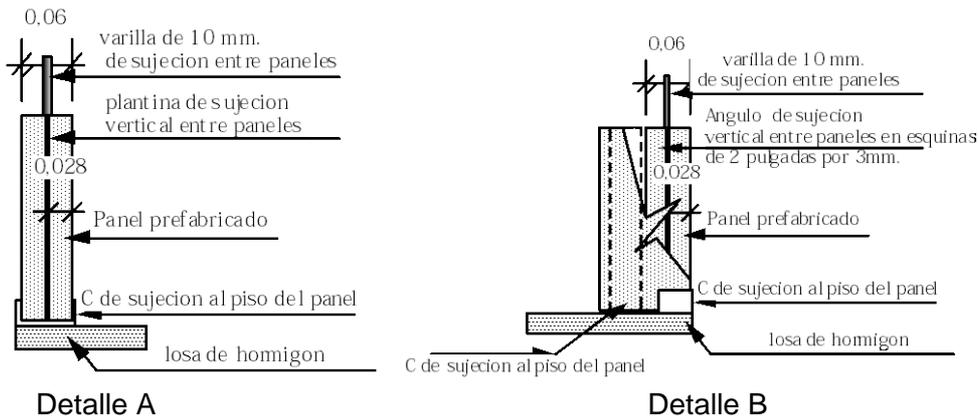


Imagen 81
Detalles de sistemas de anclajes

**PANELES COLOCADOS SOLO EN ESTRUCTURA AUTOSOPORTANTES
ALTERNATIVA 2**





Detalle de unión entre panel – piso y columna sin tabiquería
Imagen 82

Detalles de segunda alternativa de sistema de anclajes

Según los detalles de la segunda alternativa se puede colocar sin tabiquería en una estructura autosoportante, así se evitaría de realizar tabiquería dando una reducción de costos además de esto las instalaciones se podría poner sobre el panel y revestir de un material aislante y colocar una plancha de gypsum o láminas de madera para dar una acabado de comfortable, además los paneles se podría hacer de 3 a 5 pisos como máximo.

3.5 CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los ensayos a compresión de los cilindros se puede determinar que existe un incremento de resistencia como se puede ver en la tabla de ensayo a compresión que hay un incremento hasta el 52% y 57% de resistencia al hormigón con fibras de vidrio y de nylon respectivamente demostrando que la adición de fibras en el caso de la sintética es muy alta con un espesor de fibra de 0.9 mm. En el cual se podría seguir incrementado su resistencia con el incremento del espesor manteniendo su longitud que esta entre 2 a 6 cm de longitud, esta fibra podría ser adquirida en los distribuidores y también podría ser de forma reciclada que podría ser una forma de reutilizar este tipo de material. A los 14 días ya llega a los 241.00 kg/cm² lo que es una fibra que podría ser



experimentada en otros espesores y ser utilizado hasta en un hormigón estructural y de acuerdo hormigones se obtuvo siguiendo el procedimiento establecido en la norma **ASTM C 39** y la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1573:2010.

El gráfico de la desviación estándar se ve que llega al máximo de desviación la fibra de vidrio y de nylon lo que garantiza su resistencia a la compresión, a diferencia de la fibra de caucho que no hace ninguna diferencia mejor tiene sobre la mínima desviación estándar

En los ensayos de tracción indirecta mediante la experimentación se da un mejor resultado en un hormigón con fibra de nylon con un 39.27% mejorando el hormigón referente, seguido del hormigón con fibra de fibra de vidrio con un 36,83% que es un valor que indica que mejora también pero es una fibra celulosa que no está dentro de las sintéticas, y luego la fibra de polipropileno que llega a un 33.02% que estaría en segundo lugar de las fibras sintéticas, y la fibra del caucho reciclado está por debajo de lo requerido por lo que se desecharía este hormigón para esta experimentación. Mediante la **Norma ASTM C496/C496M - 04** (Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto). Donde indica que debe tener el 10% del ensayo a compresión que fueron altos por lo que estaría dentro lo deseado.

Dentro de los ensayos a flexión de los paneles propuestos el hormigón de nylon sigue siendo un valor más alto en referencia al resto con un 29.67% más sobre lo deseado seguido del hormigón de polipropileno y el caucho por lo que estos estaría en casilla inferior a lo requerido y no tiene mejoras a la flexión por lo que se da mejora en los paneles propuestos para la fachadas. Que estaría superando de la norma que va desde el 10 al 20% de lo que resiste a la compresión, en la **norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554:2011**

En los paneles a compresión se evidencia que se mantiene dentro de los parámetros del hormigón referente siendo este hormigón referente de mayor resistencia llegando hasta un 22.75% a diferencia del hormigón de nylon que se mantiene dentro del rango del hormigón base referente, por lo que sería en un 1.16% si mejoramos los espesores de la fibra podríamos mejorar. Dentro del hormigón con polipropileno existe una disminución o se podría decir que se mantiene en los rangos deseados. -2.78% en relación al referente.

Dentro de los ensayos a flexión de vigas de 53*15*15 cm hay una mejora 18.49% en relación del hormigón referente, y el polipropileno también llega a 19.62%, y de las fibras de vidrio. Que se mantiene en los rangos 19.76% todos los hormigones cumple con lo establecido en la norma. La **ASTM C 78** y en la **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554:2011**.

Analizado los ensayos el nylon es la fibra que mejores resultados tiene para la fabricación de paneles ya que en todos las pruebas de laboratorio esta sobre el hormigón referente seguido del polipropileno y luego el hormigón de fibras de vidrio.

Se debería analizar para futuras investigaciones el hormigón con fibras de nylon con un espesor de fibras que sobrepasen el milímetro, Para tener mejoras notables.

De acuerdo a la investigación se determinó que el hormigón de nylon y polipropileno es el más viable económicamente y técnicamente el mejor sería el hormigón con fibra de nylon.



CAPÍTULO IV

4 FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL HORMIGÓN CON FIBRAS

Analizado los diferentes datos que refleja en la tabla 21 se determina que la fibra de dramix es el más costosa a 325.43\$, según la factibilidad económica, pero a su vez es la fibra de vidrio que mayor resistencia da a la compresión llegando a una resistencia de 330.00 kg/cm² que supera en más del 22% en relación del hormigón testigo, en diferencia a la fibra de Nylon hay un incremento no mayor al 7% en relación del hormigón testigo y además cumple con los ensayos mecánicos alcanzando a los 318.00 kg/cm² por lo que es la fibra que tiene mejor características tanto técnicas y económicas y el precio unitario es de 274.74\$. Pero su resistencia lo que significa que su resistencia se incrementa en más del 50% por lo que si se incrementaría en espesor de nylon se podría subir la resistencia y en costo estaría manteniéndose, pero se podría disminuir en cemento y áridos para poder bajar su costo considerando que no es muy alto se podría mejorar el costo y dar una mayor viabilidad del hormigón. Dentro de la flexión en paneles se incrementa sobre el valor que la norma exige por lo que el panel es muy viable técnicamente y económicamente.

Dentro del hormigón con fibras de polipropileno su costo es inferior a los dos anteriores pero su resistencia se mantiene en relación al hormigón referente por lo que técnicamente hay que hacer otras experimentaciones ya que se debe realizar algunas variaciones para poder mejorar este diseño de hormigón.

En cuanto al diseño del caucho reciclado no cumple con las expectativas por lo que si bien su costo no se incrementa pero su resistencia esta mucho por debajo del hormigón referente.

Tabla 21
Costos de hormigones de acuerdo a la fibra

COSTO POR C/ M3 Y POR UNIDAD DE PANEL				
HORMIGONES	COSTO M3	UNIDADES *C/M3	FORMATO CM	COSTO *C/PANEL
HORMIGON TESTIGO	257,35	100,00	25*60*6	2,573
HORMIGON CON FIBRA DE NYLON	277,83	100,00	25*60*6	2,778
HORMIGON FIBRA DE POLIPROPILENO	274,74	100,00	25*60*6	2,747
HORMIGON CON FIBRA DE VIDRIO	316,43	100,00	25*60*6	3,164
HORMIGON CON FIBRA DE CABUYA	260,22	100,00	25*60*6	2,602
HORMIGON CON FIBRA DE DRAMIX	325,43	100,00	25*60*6	3,254
HORMIGON CON FIBRA DE CAUCHO RECICLADO	257,35	100,00	25*60*6	2,573
HORMIGON TESTIGO	257,35	140,00	25*60*4,5	1,838

Dentro de la factibilidad económica analizando el costo del hormigón por m³ incluido las fibras, mano de obra, cofre como producto terminado y que es reutilizable sus cofres servirían hasta terminar un proyecto, y los accesorios para la colocación para el anclaje en situ sería entregados al comprador ya que son accesorios fabricados para el tipo de colocado del panel. Además se podría utilizar sin tabiquería solo con una estructura auto soportante, que vendría a bajar el costo de la obra.



Y en cuanto a paneles por m3 llegaría a alcanzar 100 unidades y si se disminuiría el espesor a 4,5 cm el rendimiento seria mayor alcanzando a las 140 unidades

En conclusión se determina que la fibra de nylon cumple dentro de la variable económica y de su resistencia y además la fibra de vidrio que no está dentro de las fibras sintéticas sino dentro de las fibras celulosas también tiene una buena resistencia a la compresión pero su costo es mayor a diferencia de la fibra de nylon es la que mejor resistencia alcanza.

Analizado el panel de menor espesor cumple con la resistencia y nos daría más cantidad de paneles por m3 que podría ser analizado este tipo de panel con las mismas fibras y se podría mejorar el costo y el peso que se disminuyen un 40% que vendría ser una variable a considerar para superar en edificaciones de mayor altura.

Tabla 22
Precio unitario de diseño de Hormigón testigo

PROYECTO: PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 7

RUBRO: H²S^o f^c=210 kg/cm² (en concretera)

UNIDAD: m³

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0,576			0,576
Parigueltas	2	0,25	0,5	0,8	0,4
Concretera de 1 saco	1	6,25	6,25	0,8	5
SUBTOTAL M					5,976
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2,7	5,4	0,8	4,32
Albañil	1	3,2	3,2	0,8	2,56
Maestro de obra	1	4	4	0,8	3,2
Maestro carpintero	1	4	4	0,8	3,2
SUBTOTAL N					13,28
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	0	1,31	0	
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	177,6	0,01	1,776	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,59	25	14,75	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,79	27,2	21,488	
cofre para paneles	Unidad	1	9,48	9,48	
anclaje de paneles	Unidad	100	0,98	98	
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	7,4	7,95	58,83	
SUBTOTAL O					204,324
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte al laboratorio	viaje	0,02	10	0,2	
SUBTOTAL P					0,2
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					223,78
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.000 %					33,567
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					257,35
VALOR ANALIZADO					257,35

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

**Tabla 23***Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de nylon*

PROYECTO: PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 7

RUBRO: H²⁵ f'c=210 kg/cm² (en concretera)**UNIDAD:** m³**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0,576			0,576
Parigueltas	2	0,25	0,5	0,8	0,4
Concretera de 1 saco	1	6,25	6,25	0,8	5
SUBTOTAL M					5,976
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2,7	5,4	0,8	4,32
Albañil	1	3,2	3,2	0,8	2,56
Maestro de obra	1	4	4	0,8	3,2
SUBTOTAL N					10,08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	0	1,31	0	
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	177,6	0,01	1,776	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,59	25	14,75	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,79	27,2	21,488	
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	7,4	7,95	58,83	
FIBRA DE NYLON	kg	5,49	3,827	21,01023	
anclaje de paneles	Unidad	100	0,98	98	
cófre para paneles	Unidad	1	9,48	9,48	
SUBTOTAL O					225,33423
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte al laboratorio	viaje	0,02	10	0,2	
SUBTOTAL P					0,2
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					241,59023
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.000 %					36,2385345
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					277,83
VALOR ANALIZADO					277,83

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

**Tabla 24***Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de polipropileno*

PROYECTO: PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 7

RUBRO: H²S^o f^oc=210 kg/cm² (en concretera)**UNIDAD:** m³**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0,576			0,576
Parigueltas	2	0,25	0,5	0,8	0,4
Concretera de 1 saco	1	6,25	6,25	0,8	5
SUBTOTAL M					5,976
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2,7	5,4	0,8	4,32
Albañil	1	3,2	3,2	0,8	2,56
Maestro de obra	1	4	4	0,8	3,2
SUBTOTAL N					10,08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	0	1,31	0	
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	177,6	0,01	1,776	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,59	25	14,75	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,79	27,2	21,488	
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	7,4	7,95	58,83	
FIBRA DE POLIPROPILENO	kg	2	9,16	18,32	
anclaje de paneles	Unidad	100	0,98	98	
cofre para paneles	Unidad	1	9,48	9,48	
SUBTOTAL O					222,644
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte al laboratorio	viaje	0,02	10	0,2	
SUBTOTAL P					0,2
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					238,9
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.000 %					35,835
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					274,74
VALOR ANALIZADO					274,74

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.



Tabla 25
Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de vidrio

PROYECTO: PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 7

RUBRO: H²S° f²c=210 kg/cm² (en concretera)

UNIDAD: m³

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0,576			0,576
Parigueltas	2	0,25	0,5	0,8	0,4
Concretera de 1 saco	1	6,25	6,25	0,8	5
SUBTOTAL M					5,976
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2,7	5,4	0,8	4,32
Albañil	1	3,2	3,2	0,8	2,56
Maestro de obra	1	4	4	0,8	3,2
SUBTOTAL N					10,08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	0	1,31	0	
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	177,6	0,01	1,776	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,59	25	14,75	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,79	27,2	21,488	
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	7,4	7,95	58,83	
FIBRA DE VIDRIO	kg	18,78	2,906	54,57468	
anclaje de paneles	Unidad	100	0,98	98	
cofre para paneles	Unidad	1	9,48	9,48	
SUBTOTAL O					258,89868
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte al laboratorio	viaje	0,02	10	0,2	
SUBTOTAL P					0,2
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					275,15468
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.000 %					41,273202
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					316,43
VALOR ANALIZADO					316,43

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

**Tabla 26****Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de cabuya**

PROYECTO: PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 7

RUBRO: H²S^o f^oc=210 kg/cm² (en concretera)**UNIDAD:** m³**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0,576			0,576
Pariguelas	2	0,25	0,5	0,8	0,4
Concretera de 1 saco	1	6,25	6,25	0,8	5
SUBTOTAL M					5,976
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2,7	5,4	0,8	4,32
Albañil	1	3,2	3,2	0,8	2,56
Maestro de obra	1	4	4	0,8	3,2
SUBTOTAL N					10,08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	0	1,31	0	
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	177,6	0,01	1,776	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,59	25	14,75	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,79	27,2	21,488	
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	7,4	7,95	58,83	
cabuya	kg	12,66	0,45	5,697	
anclaje de paneles	Unidad	100	0,98	98	
cofre para paneles	Unidad	1	9,48	9,48	
SUBTOTAL O					210,021
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte al laboratorio	viaje	0,02	10	0,2	
SUBTOTAL P					0,2
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					226,277
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.000 %					33,94155
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					260,22
VALOR ANALIZADO					260,22

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.



Tabla 27
Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de dramix 3D

PROYECTO: PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 7

RUBRO: H²⁰S²⁰ f²⁰c=210 kg/cm² (en concretera)

UNIDAD: m³

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0,576			0,576
Pariguelas	2	0,25	0,5	0,8	0,4
Concretera de 1 saco	1	6,25	6,25	0,8	5
SUBTOTAL M					5,976
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2,7	5,4	0,8	4,32
Albañil	1	3,2	3,2	0,8	2,56
Maestro de obra	1	4	4	0,8	3,2
SUBTOTAL N					10,08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	0	1,31	0	
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	177,6	0,01	1,776	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,59	25	14,75	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m ³ aprox.)	m ³	0,79	27,2	21,488	
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	7,4	7,95	58,83	
dramix	kg	20	3,12	62,4	
anclaje de paneles	Unidad	100	0,98	98	
cófre para paneles	Unidad	1	9,48	9,48	
SUBTOTAL O					266,724
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte al laboratorio	viaje	0,02	10	0,2	
SUBTOTAL P					0,2
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					282,98
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.000 %					42,447
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					325,43
VALOR ANALIZADO					325,43

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.



Tabla 28

Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de caucho reciclado

PROYECTO: PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 7

RUBRO: H°S° f °c=210 kg/cm² (en concretera)

UNIDAD: m³

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0,576			0,576
Pariguélas	2	0,25	0,5	0,8	0,4
Concretera de 1 saco	1	6,25	6,25	0,8	5
SUBTOTAL M					5,976
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2,7	5,4	0,8	4,32
Albañil	1	3,2	3,2	0,8	2,56
Maestro de obra	1	4	4	0,8	3,2
SUBTOTAL N					10,08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	0	1,31	0	
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	177,6	0,01	1,776	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m³ aprox.)	m³	0,59	25	14,75	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m³ aprox.)	m³	0,79	27,2	21,488	
Cemento Portland Tipo I	saco 50 kg	7,4	7,95	58,83	
FIBRA DE CAUCHO RECICLADO	kg	4	9,16	36,64	
anclaje de paneles	Unidad	100	0,98	98	
cofre para paneles	Unidad	1	9,48	9,48	
SUBTOTAL O					240,964
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte al laboratorio	viaje	0,02	10	0,2	
SUBTOTAL P					0,2
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					257,22
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.000 %					38,583
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					295,80
VALOR ANALIZADO					295,80

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.



CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para los hormigones sin fibras en los ensayos de vigas y paneles sometidos a flexión se da una rotura brusca y explosiva a diferencia de los hormigones con fibras y un incremento de resistencia a la compresión y flexión, la trabajabilidad de hormigón incorporado las fibras se vuelve más difícil de acuerdo a la cantidad de fibras que se adicione al hormigón.- Revisado el análisis de los ensayos realizados a compresión, tracción indirecta, flexión y módulo de elasticidad, de las diferentes muestras tanto de cilindros de 30*15 cm. Vigas de 53*15*15 cm. Y de los paneles de 25*60 cm de 6cm. de espesor y de 25*29 cm. De espesor de 6cm. Se determinó que dentro de las fibras sintéticas ensayadas la que mejor resultado dio es la fibra de nylon con resultados de 318.15 kg/cm² incrementándose en 128.70 kg/cm² en relación al hormigón referente dando un incremento del más del 50% con fibra de espesor de 0,9 mm. de espesor si incrementamos con una fibra de 1.8 mm podríamos llegar al 100% de incremento y manteniendo la longitud de 2 a 6 cm. de espesor manteniendo los costos casi similares, de esta manera el hormigón sometido a la compresión fue notablemente mejorada esto basado en la norma **ASTM C 39** y la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1573:2010. Que avala este ensayo. Además dentro de las otras fibras como es la de polipropileno un incremento de 23 kg/cm² que también existe una mejora a esta dosificación podría ser ensayado con alguna variación se podría mejorar, dentro de las fibras sintéticas, como también se ensayó con fibra de vidrio, dicha fibra dio un incremento de más del 60% en este ensayo pero esta fibra es dentro de las celulósicas que también existe espesores de fibras que podría ser un buen campo de estudio a futuro con esta fibra, las fibras incrementan la resistencia en relación a su espesor de la fibra, esta variable se da tanto en las fibras sintéticas y fibras celulósicas. (Fibra de vidrio)

Analizado los ensayos de tracción indirecta también se obtiene un resultado mejor en un hormigón con fibra de nylon alcanzando una resistencia en porcentajes de incremento sobre los 29 kg/cm² de resistencia claro está con excepción del hormigón con fibras de caucho que no alcanza ni llegar a lo mínimo, esto significa que la resistencia según la norma **Norma ASTM C496/C496M - 04** (Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto) al mínimo del 10% de la resistencia a compresión lo cual supera este parámetro y que la fibras actúa tanto en forma vertical como transversal ayudando a resistir las cargas siempre por su tridimensionalidad de las fibras ya podría estar ubicados en cualquier forma dentro del espécimen. Pero evidentemente la fibra de nylon llega a la mejor resistencia.

Dentro de los resultados de los paneles mismo cumpliendo con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554:2011 y trasladando a los paneles que la carga máxima que debe alcanzar es la resistencia propuesta en el caso nuestro de 210kg/cm² multiplicado por la superficie del espécimen, lo cual indica que sobrepasamos este parámetro y el nylon supera esta prueba, y dentro de los paneles sometidos a compresión también se mantiene dentro del margen de aceptable, pero se debe modificar los espesores y a lo mejor sus longitudes de las fibras para obtener resistencia requerida dependiendo de su uso, pero para revestimientos de fachadas estarían correctos.

Se debería analizar para futuras investigaciones el hormigón con fibras de nylon con otros parámetros de investigación complementado las existentes.

De acuerdo a la investigación se determinó que el hormigón con fibras de nylon es el más viable técnicamente y económicamente por los resultados de los ensayos mecánicos y del



análisis de precios unitarios, por lo que esta fibra debería ser analizada de una forma más detallada, con diferentes tipos de fibras de nylon.

Dentro de la aplicación del panel se colocara con piezas con pernos de anclaje y por intermedio de perfiles C de hierro que se encarrilen los paneles dependerían de cada espacio a ser utilizado y de los agentes externos donde va a ser emplazado o podría ser usado como fachada directamente utilizado como mampostería.

El espesor y el formato de los paneles son muy manejables que de ser el caso se podría variar a un formato más grande, pero siempre manteniendo su trasportación fácil como se explica en la propuesta.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aire, C., Molins, C., & Aguado, A. (2013). Ensayo de doble punzonamiento para concreto reforzado con fibra: efecto del tamaño y origen de la probeta. *Concreto Y Cemento: Investigación Y Desarrollo*, 5(1), 17–31. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v5n1/v5n1a2.pdf>
- Albano, C., Camacho, N., Hernández, M., Bravo, A. J., & Guevara, H. (2008). Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 23(1), 67–75. Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100005
- Arq . María Gabriela Borja Páez. (2014). Sistemas de albañilería para cerramientos de fachadas como estrategia en la mejora de procesos de ejecución y transición hacia la prefabricación. Retrieved from <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/1632>
- Carlos Córdoba Barahona, Jenny Mera, Diego Martínez, J. R. (2011). Fibras y Materiales de Refuerzo: Los Poliésteres Reforzados Aplicados a la Realización de Piezas en 3D. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 12(5), 268–282. Retrieved from <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/OCT11/garcia.pdf>
- Carmona Malatesta, S., Aguado de Cea, A., Molins Borrell, C., & Cabrera Contreras, M. (2009). Control de la tenacidad de los hormigones reforzados con fibras usando el ensayo de doble punzonamiento (ensayo barcelona). *Revista Ingeniería de Construcción*, 24(2), 119–140. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732009000200001>
- Centenario, E., Granda, D., Echeverría, J., Moreano, D. A., Celi, P., Quintero, R., ... García, F. (2012). Universidad Central del Ecuador Diseño de hormigones con fibras de polipropileno,. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/517>
- Cheng, A. C., & Ros, P. S. (2013). CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS A EDADES MUY TEMPRANAS.
- Claramunt Bielsa, M. M., Casanovas Ramon, M., & Caicedo Cerezo, E. (2012). a Model for Forecasting Credit Risk Indicators Through Structural Models and Panel Data Model Using Financial Ratios: an Application To the Spanish Market. *Academia-Revista Latinoamericana De Administracion*, (50), 118–147. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/716/71624352009.pdf>
- Hormigón, R. E. L. (2014). Reforzando el futuro, MARZ. Retrieved from <http://www.eic.cat/gfe/docs/14224.pdf>
- Irias Pineda, A. sofia. (2013). REFUERZOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON HORMIGONES CON FIBRAS O SOLO FIBRAS. Retrieved from http://oa.upm.es/19998/1/Tesis_master_Ana_Sofia_Irias_Pineda.pdf
- Lorena, C., Hernández, M., Fabián, M. V. Z., Vanoye, F., Lorena, D., & Buen, L. D. E. (2013). Universidad veracruzana. Retrieved from <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/33780/1/contrerasaguilarabraham.pdf>
- Nacional., I. P., Textil., E. S. de I., Karina., M. G., & 2TM2. (2013). *fibras sinteticas*. Retrieved from <http://fibrologia.blogspot.com/2013/04/fibras-sinteticas.html>
- Núñez Meneses, L. J. (2016). Universidad técnica de ambato. Retrieved from [http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23483/1/Tesis_1025 - Núñez Meneses Johana Lizbeth.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23483/1/Tesis_1025_-_Núñez_Meneses_Johana_Lizbeth.pdf)
- Schultz, D. B. W., Olivares, D. F. H., Fernández, D. M. a A., Rubén, D. M., Pato, B., Blanca, D., ... Moro, B. (2004). Hormigón con fibras de caucho de recuperación de neumáticos usados y de polipropileno diseño del firme de hormigón de caucho. *VI Congreso Nacional de Firmes*.



Retrieved from <http://www.aecarretera.com/congresos/CL26.pdf>

Título, D. E. L., Civil, D. E. I., Luciano, M., & Bracaci, R. (2010). "Mejoramiento en las propiedades físico , mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido , con la adición de fibras sintéticas estructurales ," 1–299. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/2660>

- **Normas internacionales**

Norma ASTM C39 (*Resistencia a la compresión de cilindros de concreto*).

Norma ASTM C496 (*Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción de cilindros de concreto*).

Norma ASTM C78 (*Resistencia a la Flexión de vigas de concreto (carga a los tercios)*).

Norma ASTM C469 (*Módulo de elasticidad y relación de Poisson en cilindros de concreto*).

Norma ASTM C 1116 (*Especificación estándar para hormigón reforzado con fibra y hormigón proyectado*).

Norma ASTM D7357-07(2012) (*Especificación estándar para fibras de celulosa para hormigón reforzado con fibra*).

Norma ASTM C1666 (*Especificación estándar para fibra de vidrio resistente a los álcalis (AR) para hormigón reforzado con fibra de vidrio y cemento*).

Norma Española UNE-EN 933-1:1998. (*Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado*).

Norma española UNE-EN 14889-2:2008 (*Fibras para hormigón. Fibras poliméricas, definiciones, especificaciones y conformidad*).

Norma española UNE-EN 83510:2004 (*Hormigones con fibras. Determinación del índice de tenacidad y resistencia a primera fisura*).

Norma ACI 544 (*Informe sobre las propiedades físicas y la durabilidad del hormigón armado con fibras*).

Norma ACI C211 (*Recomendaciones para agregados de un hormigón*).

- **Normas nacionales**

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1573:2010 (*Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico*).

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554:2011 (*Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la flexión del hormigón. (Utilizando una viga simple con carga en los tercios)*).

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1855-1:2015 (*Hormigones. Hormigón premezclado. Requisitos*).



Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 872 (*Requisitos de los áridos para hormigón*).

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 873:2017 (*Arena normalizada. Requisitos*).

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 152:2012 (*Cemento portland. Requisitos*).

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 490:2011 (*Cementos hidráulicos compuestos. Requisitos*).

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108:2014 (*Agua potable. Requisitos*).

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2874:2015 (*Hormigón reforzado con fibra, requisitos y métodos de ensayo*).



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen comparativo de resistencias obtenidas y esperadas a compresión.....	39
Tabla 2 Resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio del PAS SL-(i. de c. 95%).....	40
Tabla 3 Resistencia a la compresión.....	41
Tabla 4 Análisis Granulométrico.....	46
Tabla 5 Dosificación de hormigones por metro cúbico.....	47
Tabla 6 Dosificación de hormigones por metro saco de cemento de 50 kg.	47
Tabla 7-8 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la compresión en cilindros de 15 x 30 cm.....	56
Tabla 9-10 Valores obtenidos de MR en ensayos a compresión de paneles de 25 x 29 x 6 cm	58
Tabla 10-11 Valores obtenidos de MR en el ensayo a Tracción Indirecta.....	62
Tabla 13-14 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la flexión en vigas 53,4 x 15,5 x 15 cm con fibras.....	66
Tabla 15-16 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Flexión de vigas de 53,4 x 15,5 x15 cm con diferentes granulometrías	68
Tabla 17-18 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Flexión de vigas de paneles 60x25x6 cm.	70
Tabla 19 Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson en cilindros de 30 x 15 cm.....	74
Tabla 20 Cuadro resumen de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos.....	75
Tabla 21 Cuadro resumen de los costos obtenidos de los diferentes ensayos.....	83
Tabla 22 Costos de hormigones testigo.....	85
Tabla 23 Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de nylon.....	86
Tabla 24 Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de polipropileno.....	87
Tabla 25 Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de vidrio.....	88
Tabla 26 Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de cabuya... ..	89
Tabla 27 Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de dramix.....	90
Tabla 28 Precio unitario de diseño de Hormigón con fibra de caucho reciclado	91



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Pequeñas expansiones en las primeras 6 horas y las retracciones aparecen a las 9 horas.....	4
Gráfico 2 Aumento de retracción por permeabilidad en el hormigón por adición de fibras de polipropileno	5
Gráfico 3 Detalle de segmento de panel	21
Gráfico 4 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la Compresión en cilindros.....	56
Gráfico 5 Valores obtenidos de MR en ensayos a compresión de paneles de 25 x 29 x 6 cm.....	59
Gráfico 6 Esquema de rotura y fisuración.....	60
Gráfico 7 Valores obtenidos de MR en el ensayo a Tracción Indirecta en cilindros de 15 x 30 cm.....	63
Gráfico 8 Esquema de un aparato apropiado para ensayos de flexión en el hormigón, por el método de la carga en los tercios de la luz libre.....	64
Gráfico 9 Valores obtenidos de MR a la flexión en las vigas de 53,4 x 15,5 x 15 cm.....	67
Gráfico 10 Valores obtenidos de MR en el ensayo a la flexión en vigas 53,4 x 15,5 x 15 cm con diferentes granulometrías.....	68
Gráfico 11 Resultados de ensayo a la Flexión de paneles de 60 x 25 x 6 cm.....	71
Gráfico 12 Curva Típica Esfuerzo-Deformación para el Concreto Bajo Compresión, y Puntos para Definir el Módulo de Elasticidad según ASTM C-469.....	72
Gráfico 13 Resumen de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos.....	75



ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1	Envolvente de hormigón liso gris de panel prefabricado de 10 cm.	11
Imagen 2	Edificio Valdecorvos.....	11
Imagen 3	Anclaje de estructura atornillada	12
Imagen 4	Juntas de anclajes	12
Imagen 5	Colocación de paneles.....	13
Imagen 6	Edificio Multifamiliar.....	13
Imagen 7	Tipos de paneles.....	14
Imagen 8	Nave industrial.....	14
Imagen 9	Panel Sandwich.....	15
Imagen 10	Piel de GRC- bastidor.....	16
Imagen 11	Vivienda unifamiliar.....	18
Imagen 12	Construcción con prefabricado en Quito	20
Imagen 13	Sistemas de trabajo	23
Imagen 14	Acoples	23
Imagen 15	Fibra de polipropileno.....	27
Imagen 16	Fibra de Nylon.....	29
Imagen 17	Fibra de caucho reciclado.....	30
Imagen 18	Fibra de vidrio.....	31
Imagen 19	Fibra de dramix.....	33
Imagen 20	Fibra de cabuya	36
Imagen 21	Muestra de árido	44
Imagen 22	Lavado del material granulométrico	44
Imagen 23	Secado del material granulométrico.....	44
Imagen 24	Juego de mallas granulométricas.....	44
Imagen 25	Juego de mallas granulométricas.....	45
Imagen 26	Vertido de material.....	45
Imagen 27	Juego de mallas granulométricas	45
Imagen 28	Pesado de material.....	45
Imagen 29	Ripio 3/8	48
Imagen 30	Arena.....	48
Imagen 31	Cemento.....	48
Imagen 32	Fibra de Nylon.....	49



Imagen 33	Fibra de Polipropileno.....	49
Imagen 34	Caucho reciclado.....	49
Imagen 35	Fibra de vidrio.....	49
Imagen 36	Agua.....	49
Imagen 37	Concreteira.....	50
Imagen 38	Vibrador.....	50
Imagen 39	Recipiente Metálico.....	50
Imagen 40	Manguera.....	50
Imagen 41	Bailejos.....	50
Imagen 42	Moldes.....	50
Imagen 43	Combo de goma.....	50
Imagen 44	Aceite quemado.....	50
Imagen 45	Brocha.....	50
Imagen 46	Palas.....	50
Imagen 47	Colocado de material.....	51
Imagen 48	Mezcla de materiales.....	51
Imagen 49	Hormigón con nylon.....	51
Imagen 50	Hormigón con polipropileno.....	51
Imagen 51	Hormigón con caucho reciclado.....	51
Imagen 52	Hormigón con fibra de vidrio.....	51
Imagen 53	Vigas.....	51
Imagen 54	Cilindro.....	51
Imagen 55	Panel.....	51
Imagen 56	Compactado de vigas.....	52
Imagen 57	Compactado de cilindros.....	52
Imagen 58	Pulido de aristas vigas	52
Imagen 59	Pulido de aristas cilindros	52
Imagen 60	Pulido de aristas paneles.....	52
Imagen 61	Desencofrado de vigas.....	52
Imagen 62	Desencofrado de cilindros.....	52
Imagen 63	Desencofrado de paneles.....	52
Imagen 64	Colocación de muestras en agua.....	53
Imagen 65	Pesado de muestras.....	53
Imagen 66	Cilindro estándar de 30 x 15 cm.....	53



Imagen 67	Paneles para ensayar de 25 x 29 x 6 cm... paneles.....	55
Imagen 68	Ensayo a la a compresión en cilindro estándar de 30 x 15 cm.....	55
Imagen 69	Ensayo a compresión de paneles de 25 x 29 x 6 cm.....	57
Imagen 70	Cilindro estándar de 30 x 15 cm.....	61
Imagen 71	Ensayo a tracción indirecta en cilindros de 15 x 30 cm.....	61
Imagen 72	Vigas de 53,4 x 15,5 x 15 cm.....	65
Imagen 73	Panel estándar para ensayar de 60 x 25 x 6 cm.....	65
Imagen 74	Ensayo a flexión de vigas 53,4 x 15,5 x 15 cm.....	66
Imagen 75	Ensayo a flexión de paneles estándar con 3 puntos de apoyo de 60 x 25 x 6 cm.....	69
Imagen 76	Apoyo (Longitud de apoyo= 48cm).....	69
Imagen 77	Ensayo Módulo de Elasticidad y relación de Poisson.....	73
Imagen 78	Ensayo de cono de abrams.....	77
Imagen 79	Perspectiva y sistema de anclaje.....	78
Imagen 80	Detalle de sistema de anclaje.....	78
Imagen 81	Detalle de sistema de anclaje n. 2.....	79
Imagen 82	detalle de unión entre paneles y anclajes con la estructura.....	80



ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1 Eje Temático de la Investigación.....	7
Esquema 2 Descripción representativa del objetivo específico N° 1.....	7
Esquema 3 Descripción representativa del objetivo específico N° 2.....	8
Esquema 4 Descripción representativa del objetivo específico N° 3.....	9



ANEXOS

ANEXO 1 ENSAYO CON AGREGADO FINO (ARENA Y RIPIO).....	102
ANEXO 2 ENSAYO CON RIPIO GRUESO.....	107
ANEXO 3 ENSAYO A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS Y PANELES.....	109
ANEXO 4 ENSAYO A LA TRACCIÓN INDIRECTA EN CILINDROS.....	112
ANEXO 5 ENSAYO A LA FLEXIÓN EN VIGAS.....	114
ANEXO 6 ENSAYO A LA FLEXIÓN EN PANELES.....	118
ANEXO 7 ENSAYO DE ELASTICIDAD (MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON).....	120
ANEXO 8 DISEÑO DE HORMIGÓN	145
ANEXO 9 ENSAYOS DE FIBRAS DE DRAMIX Y CABUYA	146
ANEXO 10 NORMAS UTILIZADAS.....	165



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 1

PROYECTO:	PANELES FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS.
MAESTRANTE:	ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Agregado FINO
FECHA:	27/06/2017
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN (ARENA)	
ASTM C127 C128	

EJECUCIÓN DEL ENSAYO				
Nomenclatura			Unidades	Valores
t=	Matraz		#	1 2
W _{ss} =	Peso del Material Superficie Saturada Seca		g	200
W _{fsw} =	Peso del Matraz + Agua + Material a T°C		g	766,73
T°C=	Temperatura a Grados Centígrados		°C	20
W _{fw} =	Peso del Matraz + Agua a T°C (curva de calibración)		g	640,7
W _s =	Peso del Material Seco		g	196,14
rw1=	Peso Especifico del agua	T°C 20	g/cm³	1,00E+00
rw2=	Peso Especifico del agua	T°C	g/cm³	

Datos del Ensayo

CÁLCULOS DE LAS MUESTRAS #: f1 y f2

Peso Especifico Seco:	$\frac{W_s * r_w}{W_{ss} + W_{fw} - W_{fsw}} =$	f1 <u>2,65</u> g/cm³ f2 <u> </u> g/cm³	2,65 g/cm³
Peso Especifico Superficie Saturada Seca:	$\frac{W_{ss} * r_w}{W_{ss} + W_{fw} - W_{fsw}} =$	f1 <u>2,70</u> g/cm³ f2 <u> </u> g/cm³	2,70 g/cm³
Peso Especifico Aparente:	$\frac{W_s * r_w}{W_s + W_{fw} - W_{fsw}} =$	f1 <u>2,80</u> g/cm³ f2 <u> </u> g/cm³	2,80 g/cm³
Porcentaje de Absorción de Agua:	$\frac{W_{ss} - W_s}{W_s} * 100 =$	f1 <u>1,97</u> g/cm³ f2 <u> </u> g/cm³	1,97 %

RESULTADOS		
Promedio Peso Especifico Seco		
S _s =G _s =	2,65	g/cm³

ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
MAESTRANTE

J.R. CONSTRUCCIONES
José Romero M.
ARQUITECTO



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 1

PROYECTO:	PANELES FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS.
MAESTRANTE:	ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Agregado Fino
FECHA:	27/06/2017
PESO VOLUMÉTRICO DE LA ARENA	

Volumen del Molde (cm³) 2849,74

Peso del Molde (g) 2848,00

DATOS DEL ENSAYO				
MÉTODO DE ENSAYO	PESO DEL MOLDE + LA MUESTRA	PESO DEL MATERIAL	PESO VOLUMÉTRICO	PROMEDIO PESO VOLUMÉTRICO
	g	g	Kg/m ³	Kg/m ³
SUELTO	7474,0	4626,0	1,62	1,62
	7456,0	4608,0	1,62	
	7490,0	4642,0	1,63	

Observaciones: _____

ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
MAESTRANTE

J.R. CONSTRUCCIONES
José Romero M.
ARQUITECTO



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

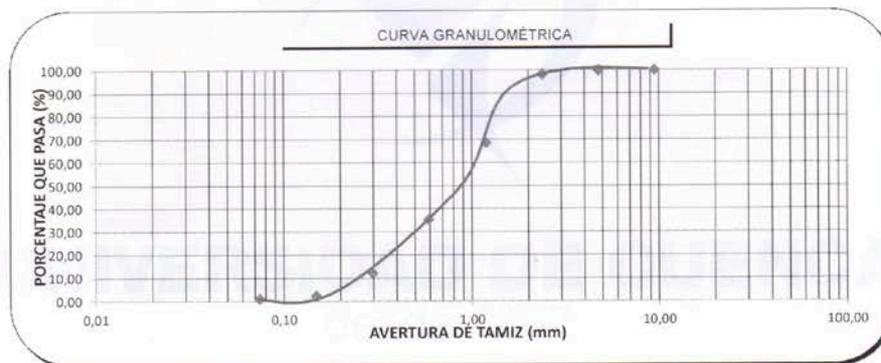
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 1

PROYECTO:		PANELES FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS.				
MAESTRANTE:		ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS				
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA				
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:		Agregado Fino				
FECHA:		27/06/2017				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						ASTM D-422-63
TAMIZ #.	ABERTURA mm.	PESO RETEN. g	P. RET. ACUM. g	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
2"	50,8					
1½"	37,50					
1"	25,00					
¾"	19,00					
½"	12,50					
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	
N.4	4,75	1,60	1,60	0,16	99,84	
N.8	2,38	15,50	17,10	1,71	98,29	
N.16	1,19	296,40	313,50	31,35	68,65	
N.30	0,59	334,30	647,80	64,78	35,22	
N.50	0,30	230,20	878,00	87,80	12,20	
N.100	0,15	99,20	977,20	97,72	2,28	
N.200	0,07	12,60	989,80	98,98	1,02	
PASA #200		10,00				
TOTAL		989,80				

PASA TAMIZ N 4 =
PESO ANTES ENSAYO =
PESO DESPUÉS ENSAYO =

g
g
g
PESO ANTES LAVADO (seco) = 1000,00 g
PESO DESPUÉS LAVADO = g



RESULTADOS		
Módulo de Finura	2,84	---

ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
MAESTRANTE

J.R. CONSTRUCCIONES
José Romero M.
ARQUITECTO



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 1

PROYECTO:	PANELES FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS.
MAESTRANTE:	ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Agregado grueso
FECHA:	27/06/2017
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN (GRAVA)	
ASTM C127 C128	

EJECUCIÓN DEL ENSAYO					
Nomenclatura			Unidades	Valores	
f=	Matraz		#	1	2
W _{ss} =	Peso del Material Superficie Saturada Seca		g	1670	
W _{fsw} =	Peso del Matraz + Agua + Material a T°C		g	9211	
T°C=	Temperatura a Grados Centígrados		°C	20	
W _{fw} =	Peso del Matraz + Agua a T°C (curva de calibración)		g	8185	
W _s =	Peso del Material Seco		g	1608	
rw1=	Peso Especifico del agua	T°C	20	g/cm³	1.00E+00
rw2=	Peso Especifico del agua	T°C		g/cm³	

CÁLCULOS DE LAS MUESTRAS #: f1 y f2

Peso Especifico Seco:
$$= \frac{W_s * r_w}{W_{ss} + W_{fw} - W_{fsw}} =$$
 f1 $\frac{2.50}{g/cm^3}$ f2 $\frac{2.50}{g/cm^3}$ 2.50 g/cm³

Peso Especifico Superficie Saturada Seca:
$$= \frac{W_{ss} * r_w}{W_{ss} + W_{fw} - W_{fsw}} =$$
 f1 $\frac{2.59}{g/cm^3}$ f2 $\frac{2.59}{g/cm^3}$ 2.59 g/cm³

Peso Especifico Aparente:
$$= \frac{W_s * r_w}{W_s + W_{fw} - W_{fsw}} =$$
 f1 $\frac{2.76}{g/cm^3}$ f2 $\frac{2.76}{g/cm^3}$ 2.76 g/cm³

Porcentaje de Absorción de Agua:
$$= \frac{W_{ss} - W_s}{W_s} * 100 =$$
 f1 $\frac{3.86}{g/cm^3}$ f2 $\frac{3.86}{g/cm^3}$ 3.86 %

RESULTADOS		
Promedio Peso Especifico Superficie Saturada Seca		
Ss=G _s =	2,59	g/cm³


ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
MAESTRANTE

J.R. CONSTRUCCIONES
José Romero M.
ARQUITECTO



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 1

PROYECTO:	PANELES FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS.
MAESTRANTE:	ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Agregado grueso
FECHA:	27/06/2017
PESO VOLUMÉTRICO DE LA GRAVA	

Volumen del Molde (cm³) 9268,04

Peso del Molde (g) 6117,00

DATOS DEL ENSAYO				
MÉTODO DE ENSAYO	PESO DEL MOLDE + LA MUESTRA	PESO DEL MATERIAL	PESO VOLUMÉTRICO	PROMEDIO PESO VOLUMÉTRICO
	g	g	Kg/m ³	Kg/m ³
SUELTO	19163,0	13046,0	1,41	1,40
	19155,0	13038,0	1,41	
	19077,0	12960,0	1,40	
VARILLADO	20408,0	14291,0	1,54	1,55
	20574,0	14457,0	1,56	
	20559,0	14442,0	1,56	

Observaciones: _____


ARQ. JOSE E. ROMERO MACAS
MAESTRANTE

J.R. CONSTRUCCIONES
José Romero M.
ARQUITECTO

ANEXO 2

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS					
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS					
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA					
FECHA:				27/06/2017					
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)									
CILINDROS DE HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS CON RIPIO GRUESO (ESTADO DE VENTA)									
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA RUPTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX. (MPa)	RESISTENCIA MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
HS.RG2	18/05/2017	25/05/2017	7	30	15	12428	167,34	10,50	107,07
HS.RG5	18/05/2017	01/06/2017	14	30	15	12414	310,84	17,55	179
HS.RG6	18/05/2017	01/06/2017	14	30,6	15,5	13137	307,22	17,36	177
HS.RG9	18/05/2017	15/06/2017	28	30,5	15	12814	303,08	17,75	181,00
HS.RG10	18/05/2017	15/06/2017	28	30,5	15	11883	266,31	15,10	154,00
CILINDROS HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS CON RIPIO FINO QUE PASA EN 3/8"									
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA RUPTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX. (MPa)	RESISTENCIA MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
HS.RF2	20/05/2017	27/05/2017	7	30,3	15	12570	185,5	9,52	97,08
HS.RF5	20/05/2017	03/06/2017	14	30,4	15,2	12853	265,27	15,00	153
HS.RF6	20/05/2017	03/06/2017	14	30,5	15	12017	285,05	16,08	164
HS.RF9	20/05/2017	17/06/2017	28	30,2	15	12642	336,29	19,02	194
HS.RF10	20/05/2017	17/06/2017	28	30,3	15	12493	331,02	18,73	191

**ANEXO 2**

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS					
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS					
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA					
FECHA:				27/06/2017					
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)									
CILINDROS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO									
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA RUPTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX. (MPa)	RESISTENCIA MÁX. Kg- f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
1CR	01/05/2017	08/05/2017	7	30,5	15,2	12321,8	10726	5,95	60,70
2CR	01/05/2017	08/05/2017	7	30	15	11675,7	10477	5,81	59,29
3CR	01/05/2017	15/05/2017	14	30	15	11878,3	15624	8,67	88,41
4CR	01/05/2017	15/05/2017	14	30	15	12023	16712	9,27	94,57
5CR	01/05/2017	29/05/2017	28	30	15	11843	19662	10,91	111,26
6CR	01/05/2017	29/05/2017	28	30	15,3	11997	23446,6	13,01	132,68

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas y Bioclimáticas
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

ANEXO 3

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS				
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS				
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA				
FECHA:				27/06/2017				
ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR DE PANELES (25,5*29*6cm)								
PANELES DE HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
1	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	10666	162,88
2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,2	6	10645	171,04
3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,2	28,3	6	10586	195
4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	29,1	6	11052	216,1
5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,8	6	10346	236,55
6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,8	6	10616	278,98
PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRA DE NYLON								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
N1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	28,5	6	10273	143,30
N2	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29,3	6	10342	134,95
N3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	28,8	6	10243	195,8
N4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,4	6	10393	186,5
N5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,6	6	10230	203,40
N6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,6	6	10425	221,45

ANEXO 3

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS				
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS				
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA				
FECHA:				27/06/2017				
ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR (25,5*29*6cm)								
PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
P1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10516	152,80
P2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	10369	132,77
P3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,1	28,7	6	10575	182,88
P4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29	6	10411	153
P5	22/05/2017	19/06/2017	28	25,2	29	6	10289	205,92
P6	22/05/2017	19/06/2017	28	25,2	29	6	10676	202,42
PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
FV1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10063	75,99
FV2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	9862	67,91
FV3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,2	6	9739	95,6
FV4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	28,6	6	9791	94
FV5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	9916	97,46
FV6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	10128	125,09

**ANEXO 3**

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS				
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS				
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA				
FECHA:				27/06/2017				
ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR DE PANELES (25,5*29*6cm)								
PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
1CR	01/05/2017	08/05/2017	7	25	28,3	6	9736,7	75,70
2CR	01/05/2017	08/05/2017	7	25	27,8	6	9637,7	51,58
3CR	01/05/2017	15/05/2017	14	-	-	-	-	-
4CR	01/05/2017	15/05/2017	14	-	-	-	-	-
5CR	01/05/2017	29/05/2017	28	25	28,4	6	9516	109,88
6CR	01/05/2017	29/05/2017	28	25	28,4	6	9777	156,31

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas y Bioclimáticas
FACULTAD DE ARQUITECTURAArq. José Romero M.
MAESTRANTE

ANEXO 4

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS					
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS					
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA					
FECHA:				27/06/2017					
ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)									
CILINDROS DE HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS								$F_t = 2P/\pi L_d$	
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA A MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
3	20/04/2017	27/04/2017	7	30,5	15	13494	113,706	0,00158224	16,13
4	20/04/2017	27/04/2017	7	30,5	15	12539	112,008	0,00155861	15,89
7	20/04/2017	04/05/2017	14	30,5	15	12870	130,81	0,00182025	18,56
8	20/04/2017	04/05/2017	14	30,5	15	12669	120,45	0,00167608	17,09
11	20/04/2017	18/05/2017	28	30	15	12654	191,978	0,00271593	27,69
12	20/04/2017	18/05/2017	28	30,5	15	12543	191,742	0,00266813	27,21
CILINDROS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON									
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA A MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
3N	12/04/2017	19/04/2017	7	305	150	13451	119,6	0,00166426	16,97
4N	12/04/2017	19/04/2017	7	305	150	12713	118,75	0,00165243	16,85
7N	12/04/2017	26/04/2017	14	305	150	12587	120,028	0,00167021	17,03
8N	12/04/2017	26/04/2017	14	305	150	12291	190,422	0,00264976	27,02
11N	12/04/2017	10/05/2017	28	305	150	13015	206,68	0,00287599	29,33
12N	12/04/2017	10/05/2017	28	305	150	12224	205,56	0,00286041	29,17

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

ANEXO 4

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS					
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS					
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA					
FECHA:				27/06/2017					
ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)									
CILINDROS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO									$F_t = 2P/\pi L_d$
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA A MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
3P	11/04/2017	18/04/2017	7	305	150	12713	121,82	0,00169515	17,29
4P	11/04/2017	18/04/2017	7	305	150	12155	150,79	0,00209827	21,40
7P	11/04/2017	25/04/2017	14	305	150	12619	190,564	0,00265173	27,04
8P	11/04/2017	25/04/2017	14	305	150	12805	164,945	0,00229524	23,40
11P	11/04/2017	09/05/2017	28	305	150	12820	216,87	0,00301779	30,77
12P	11/04/2017	09/05/2017	28	305	150	12484	176,88	0,00246132	25,10
CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO									
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA A MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
3FV	18/04/2017	25/04/2017	7	305	150	12165	134,56	0,00187243	19,09
4FV	18/04/2017	25/04/2017	7	305	150	12709	122,104	0,00169910	17,33
7FV	18/04/2017	02/05/2017	14	305	150	12739	130,55	0,00181663	18,52
8FV	18/04/2017	02/05/2017	14	305	150	12770	142,11	0,00197749	20,16
11FV	18/04/2017	16/05/2017	28	305	150	12248	187,733	0,00261234	26,64
12FV	18/04/2017	16/05/2017	28	300	150	12883	213,707	0,00302334	30,83

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

ANEXO 5

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN (53,4*15,5*15cm)

VIGAS DE HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS												
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1	20/04/2017	27/04/2017	7	53,4	15,5	15	48	28574	27709	19,11	1976,36	27,20
2	20/04/2017	27/04/2017	7	53,4	15,5	15	48	29065	27709	18,4	1903,96	26,20
3	20/04/2017	05/05/2017	15	53,4	15,5	15	48	29370	27709	25,49	2626,92	36,16
4	20/04/2017	05/05/2017	15	53,4	15,5	15	48	28963	27709	24,48	2523,93	34,74
5	20/04/2017	19/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	28897	27709	23,54	2428,08	33,42
6	20/04/2017	19/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	28684	27709	26,185	2697,79	37,13

VIGAS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON												
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1N	12/04/2017	20/04/2017	8	53,4	15,5	15	48	29307	27709	18,40	1903,96	26,20
2N	12/04/2017	20/04/2017	8	53,4	15,5	15	48	29406	27709	20,10	2077,31	28,59
3N	12/04/2017	27/04/2017	15	53,4	15,5	15	48	29539	27709	28,75	2959,35	40,73
4N	12/04/2017	27/04/2017	15	53,4	15,5	15	48	29588	27709	32,08	3298,91	45,40
5N	12/04/2017	11/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	29102	27709	27,93	2875,73	39,58
6N	12/04/2017	11/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	29015	27709	26,85	2765,60	38,06

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

ANEXO 5

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN (53,4*15,5*15cm)

VIGAS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO												
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d) 2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1P	11/04/2017	20/04/2017	9	53,4	15,5	15	48	29895	27709	23,07	2380,1569	32,76
2P	11/04/2017	20/04/2017	9	53,4	15,5	15	48	29124	27709	21,89	2259,8323	31,10
3P	11/04/2017	27/04/2017	16	53,4	15,5	15	48	29103	27709	32,03	3293,8081	45,33
4P	11/04/2017	27/04/2017	16	53,4	15,5	15	48	29336	27709	35,01	3597,6787	49,52
5P	11/04/2017	11/05/2017	30	53,4	15,5	15	48	29529	27709	30,57	3144,9319	43,29
6P	11/04/2017	11/05/2017	30	53,4	15,5	15	48	29134	27709	27,60	2842,081	39,12

VIGAS DE HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO												
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d) 2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1FV	18/04/2017	27/04/2017	9	53,4	15,5	15	48	28792	27709	31,38	3227,53	44,42
2FV	18/04/2017	27/04/2017	9	53,4	15,5	15	48	28385	27709	25,1	2587,16	35,61
3FV	18/04/2017	05/05/2017	17	53,4	15,5	15	48	28299	27709	30,15	3102,10	42,70
4FV	18/04/2017	05/05/2017	17	53,4	15,5	15	48	29059	27709	33,92	3486,53	47,99
5FV	18/04/2017	19/05/2017	31	53,4	15,5	15	48	28905	27709	29,15	3000,13	41,29
6FV	18/04/2017	19/05/2017	31	53,4	15,5	15	48	29061	27709	29,44	3029,71	41,70

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 5**

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN (53,4*15,5*15cm)**VIGAS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO**

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kg)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1CR	01/05/2017	08/05/2017	7	53,4	15,5	15	48	27748	27709	876	903,71	12,46
2CR	01/05/2017	08/05/2017	7	53,4	15,5	15	48	28989	27709	1016	1043,71	14,45
3CR	01/05/2017	15/05/2017	14	53,4	15,5	15	48	28400	27709	1073	1100,71	15,26
4CR	01/05/2017	15/05/2017	14	53,4	15,5	15	48	28792	27709	1254	1281,71	17,83
5CR	01/05/2017	29/05/2017	28	53,4	15,5	15	48	26794	27709	1502	1529,71	21,36
6CR	01/05/2017	29/05/2017	28	53,4	15,5	15	48	28488	27709	1277	1304,71	18,16

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas y Bioclimáticas
FACULTAD DE ARQUITECTURAArq. José Romero M.
MAESTRANTE

ANEXO 5

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN (53,4*15,5*15cm)

VIGAS DE HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS CON RIPIO GRUESO (ESTADO DE VENTA)

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
HS.RG1	18/05/2017	28/05/2017	10	53,4	15,5	15	48	28951	27709	17,646	1827,07162	25,15
HS.RG2	18/05/2017	28/05/2017	10	53,4	15,5	15	48	29212	27709	19,439	2009,90383	27,66
HS.RG3	18/05/2017	09/06/2017	22	53,4	15,5	15	48	28517	27709	20,193	2086,78921	28,72
HS.RG4	18/05/2017	09/06/2017	22	53,4	15,5	15	48	28820	27709	24,251	2500,58347	34,42

VIGAS DE HORMIGÓN SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS CON RIPIO FINO QUE PASA EN 3/8"

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
HS.RF1	20/05/2017	28/05/2017	8	53,4	15,5	15	48	28696	27709	21,09	2178,2563	29,98
HS.RF2	20/05/2017	28/05/2017	8	53,4	15,5	15	48	28464	27709	18,448	1908,85156	26,27
HS.RF3	20/05/2017	09/06/2017	20	53,4	15,5	15	48	28487	20113	19,155	1973,34835	27,16
HS.RF4	20/05/2017	09/06/2017	20	53,4	15,5	15	48	29141	20113	24,204	2488,19488	34,25

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 6**

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS						
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS						
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA						
FECHA:				27/06/2017						
ENSAYO A LA FLEXIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN (60*25*6cm)									MR=3pl/bd ^2	
PANELES DE HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS										
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
T1	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	21483	3,41	347,72	31,87
T2	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	22134	4,52	460,90	42,25
T3	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	21831	4,58	467,02	42,81
T4	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	21318	4,25	433,37	39,73
T5	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	21548	5,567	567,67	52,04
T6	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	21876	6,086	620,59	56,89
PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE NYLON										
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
N1	02/05/2017	09/05/2017	7	60	25	6	21340	1,85	188,64	17,29
N2	02/05/2017	09/05/2017	7	60	25	6	21327	3,44	350,78	32,15
N3	02/05/2017	16/05/2017	14	60	25	6	21180	4,34	442,55	40,57
N4	02/05/2017	16/05/2017	14	60	25	6	21499	4,95	504,75	46,27
N5	02/05/2017	30/06/2017	28	60	25	6	21231	6,322	644,65	59,09
N6	02/05/2017	30/06/2017	28	60	25	6	21533	6,039	615,80	56,45

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 6**

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS						
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS						
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA						
FECHA:				27/06/2017						
ENSAYO A LA FLEXIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN (60*25*6cm)									MR=3pl/bd ²	
PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO										
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
P2	01/05/2017	08/05/2017	7	60	25	6	20811	3,26	332,42	30,47
P3	01/05/2017	08/05/2017	7	60	25	6	21352	2,56	261,04	23,93
P1	22/05/2017	05/06/2017	14	60	25	6	21419	4,48	456,83	41,88
P2	22/05/2017	05/06/2017	14	60	25	6	22311	4,77	486,40	44,59
P5	01/05/2017	29/06/2017	28	60	25	6	21376	3,59	366,07	33,56
P6	01/05/2017	29/06/2017	28	60	25	6	21693	5,001	509,95	46,75
PANELES DE HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO										
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
FV1	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	21179	3,16	322,23	29,54
FV2	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	20941	4,01	408,90	37,48
FV3	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	20753	3,92	399,72	36,64
FV4	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	20528	3,68	375,25	34,40
FV5	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	21184	4,907	500,37	45,87
FV6	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	20906	5,096	519,64	47,63

**ANEXO 7**

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9 con Hormigón Simple		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	32 Días
MODULO ELÁSTICO Y RELACION DE POISSON			

Características de la probeta:

Diámetro Probeta	15,00	cm ²	Peso Volumétrico	2384,25	Kg/m ³
Altura Probeta	30,00	cm	Carga Máxima	349,84	KN
Área Probeta	176,72	cm ²	Carga Máxima	35673,88	Kgf
Peso Probeta	12,64	Kg	Resistencia Máxima	19,80	Mpa
Longitud Inicial L ₀	20,20	cm	Resistencia Máxima	201,87	Kgf/cm ²

Aplicaciones de carga

LECTURA DEFORMÍMETRO VERTICAL (x0.001 mm)	LECTURA DEFORMÍMETRO HORIZONTAL (x0.001 mm)	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (cm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (cm)
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00
10,00	0	12,00	1223,66	0,679	6,92	4,95E-05	0,00E+00
20,00	0	20,00	2039,44	1,132	11,54	9,90E-05	0,00E+00
30,00	0	30,00	3059,16	1,698	17,31	1,49E-04	0,00E+00
40,00	0	38,60	3936,12	2,184	22,27	1,98E-04	0,00E+00
50,00	0	48,90	4986,43	2,767	28,22	2,48E-04	0,00E+00
60,00	0	57,80	5893,98	3,271	33,35	2,97E-04	0,00E+00
70,00	0	69,70	7107,45	3,944	40,22	3,47E-04	0,00E+00
80,00	0	76,40	7790,66	4,323	44,09	3,96E-04	0,00E+00
90,00	0	83,80	8545,25	4,742	48,36	4,46E-04	0,00E+00
100,00	0	91,30	9310,04	5,167	52,68	4,95E-04	0,00E+00
110,00	0	100,40	10237,99	5,682	57,94	5,45E-04	0,00E+00
120,00	0	108,60	11074,16	6,146	62,67	5,94E-04	0,00E+00
130,00	0	117,60	11991,91	6,655	67,86	6,44E-04	0,00E+00
140,00	0	127,30	12981,04	7,204	73,46	6,93E-04	0,00E+00
150,00	0	136,80	13949,77	7,741	78,94	7,43E-04	0,00E+00
160,00	0	144,90	14775,74	8,200	83,61	7,92E-04	0,00E+00
170,00	0	153,10	15611,91	8,664	88,35	8,42E-04	0,00E+00

CÁLCULO DE ξ_1 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)

Esfuerzos (Kgf/cm ²)			Deformación Unitaria Vertical (cm)		
Esfuerzo $S_2=Y$	80,75	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_1=X$	7,62E-04	cm
Esfuerzo $<Y=Y1$	78,94	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $< \xi_1=X1$	7,43E-04	cm
Esfuerzo $>Y=Y2$	83,61	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $> \xi_1=X2$	7,92E-04	cm

CÁLCULO DE ξ_2 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)

Esfuerzos (Kgf/cm ²)			Deformación Unitaria Horizontal (cm)		
Esfuerzo $S_2=Y$	80,75	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_2=X$	0,00E+00	cm
Esfuerzo $<Y=Y1$	78,94	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $< \xi_2=X1$	0,00E+00	cm
Esfuerzo $>Y=Y2$	83,61	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $> \xi_2=X2$	0,00E+00	cm

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Suelos

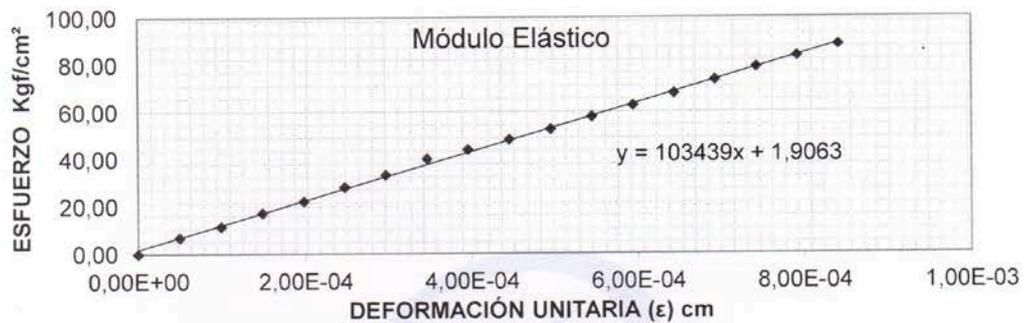
Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería**J.R. CONSTRUCCIONES**José Romero M.
ARQUITECTOArq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones



ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9 con Hormigón Simple		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	32 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1					
Módulo Elástico			Relación de Poisson		
Esfuerzo a 50 milonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁		
S ₁ =	6.92	Kgf/cm ²	E _{t1} =	0,00E+00	cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂		
S ₂ =	80.75	Kgf/cm ²	E _{t2} =	0,00E+00	cm
Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂					
ξ ₁ =		7.62E-04	cm		

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	103651.73	Kgf/cm ²
Relación de Poisson		
μ=	0,00	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTO

Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS			
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS			
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA			
FECHA:		27/06/2017			
ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL					
ELASTICIDAD (CILINDRO 9 DE 30,5*15cm)					
DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	9	349,837	19,797	
0	0	12			
10	0	20			
20	0	30			
30	0	38,6			
40	0	48,9			
50	0	57,8			
60	0	69,7			
70	0	76,4			
80	0	83,8			
90	0	91,3			
100	0	100,4			
110	0	108,6			
120	0	117,6			
130	0	127,3			
140	0	136,8			
150	0	144,9			
160	0	153,1			



170	0	159			
180	0	166,4			
190	0	173			
200	0	177,9			
210	0	184,8			
220	0	190,6			
230	0	196			
240	0	202			
250	0	206,5			
260	0	210,7			
270	0	214,8			
280	0	218,7			
290	0	222,8			
300	0	225,8			
310	0	229,7			
320	0	233,9			
330	0	239,2			
340	0	243,7			
350	0	247,3			
360	0	252,4			
370	0	256,5			
380	0	259,9			
390	0	263,8			
400	0	267,9			
410	0	272,7			
420	0	278			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 7**

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Malina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10 con Hormigón Simple		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	32 Días

MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON**Características de la probeta:**

Diámetro Probeta	15,00	cm ²	Peso Volumétrico	2333,32	Kg/m ³
Altura Probeta	30,00	cm	Carga Máxima	306,80	KN
Área Probeta	176,72	cm ²	Carga Máxima	31285,01	Kgf
Peso Probeta	12,37	Kg	Resistencia Máxima	17,36	Mpa
Longitud Inicial L ₀	20,20	cm	Resistencia Máxima	177,04	Kgf/cm ²

Aplicaciones de carga

LECTURA DEFORMÍMETRO VERTICAL (x0.001 mm)	LECTURA DEFORMÍMETRO HORIZONTAL (x0.001 mm)	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (cm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (cm)
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00
25,00	0	27,00	2753,24	1,528	15,58	1,24E-04	0,00E+00
50,00	0	52,00	5302,54	2,943	30,01	2,48E-04	0,00E+00
75,00	1	81,00	8259,73	4,584	46,74	3,71E-04	4,95E-06
100,00	3	102,00	10401,14	5,772	58,86	4,95E-04	1,49E-05
125,00	7	126,00	12848,47	7,130	72,71	6,19E-04	3,47E-05
150,00	10	152,00	15499,74	8,602	87,71	7,43E-04	4,95E-05
175,00	12	167,00	17029,32	9,450	96,37	8,66E-04	5,94E-05
200,00	16	183,00	18660,88	10,356	105,60	9,90E-04	7,92E-05
225,00	25	196,00	19986,51	11,092	113,10	1,11E-03	1,24E-04
250,00	30	209,00	21312,15	11,827	120,60	1,24E-03	1,49E-04

UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867

CÁLCULO DE ξ_1 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)					
Esfuerzos (Kgf/cm ²)			Deformación Unitaria Vertical (cm)		
Esfuerzo $S_2=Y$	70,81	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_1=X$	6,02E-04	cm
Esfuerzo $<Y=Y1$	58,86	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_1=X1$	4,95E-04	cm
Esfuerzo $>Y=Y2$	72,71	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_1=X2$	6,19E-04	cm
CÁLCULO DE ξ_2 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)					
Esfuerzos (Kgf/cm ²)			Deformación Unitaria Horizontal (cm)		
Esfuerzo $S_2=Y$	70,81	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_2=X$	3,19E-05	cm
Esfuerzo $<Y=Y1$	58,86	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_2=X1$	1,49E-05	cm
Esfuerzo $>Y=Y2$	72,71	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_2=X2$	3,47E-05	cm

Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería**J.R. CONSTRUCCIONES**José Romero M.
ARQUITECTOArq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTÉCNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA

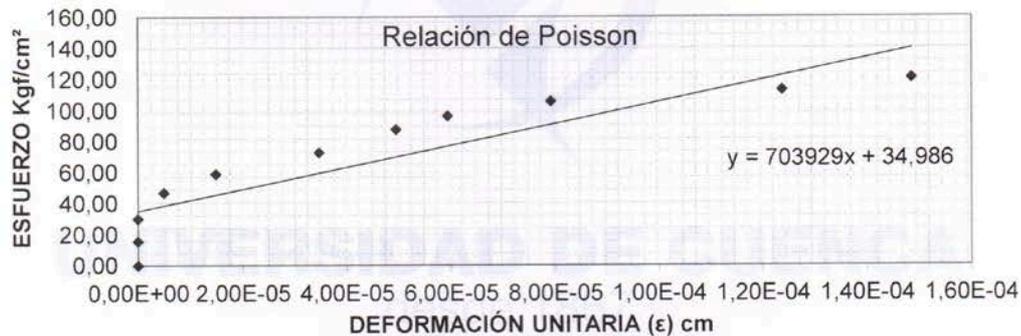
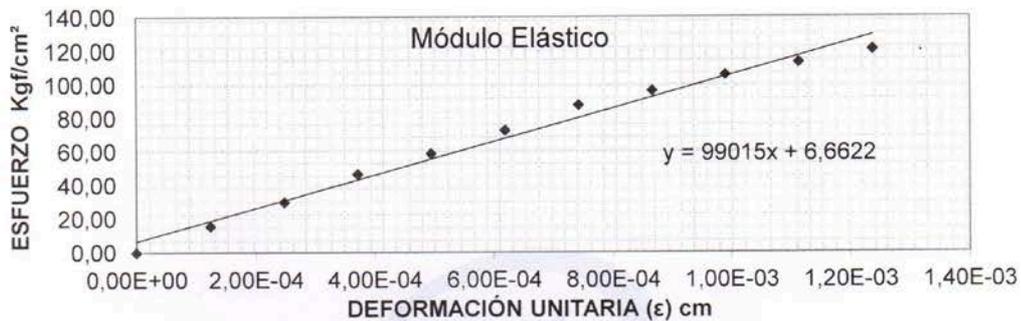
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10 con Hormigón Simple		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	32 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1				
Módulo Elástico			Relación de Poisson	
Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁	
S ₁ =	15,58	Kgf/cm ²	E _{t1} =	0,00E+00 cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂	
S ₂ =	70,81	Kgf/cm ²	E _{t2} =	3,19E-05 cm
Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂				
ξ ₁ =	6,02E-04		cm	

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	115520,59	Kgf/cm ²
Relación de Poisson		
μ=	0,07	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTO

Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS			
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS			
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA			
FECHA:		27/06/2017			
ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL					
ELASTICIDAD (CILINDRO 10 DE 30,5*15cm)					
DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	10	306,802	17,361	
25	0	27			
50	0	52			
75	1	81			
100	3	102			
125	7	126			
150	10	152			
175	12	167			
200	16	183			
225	25	196			
250	30	209			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTÉCNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA

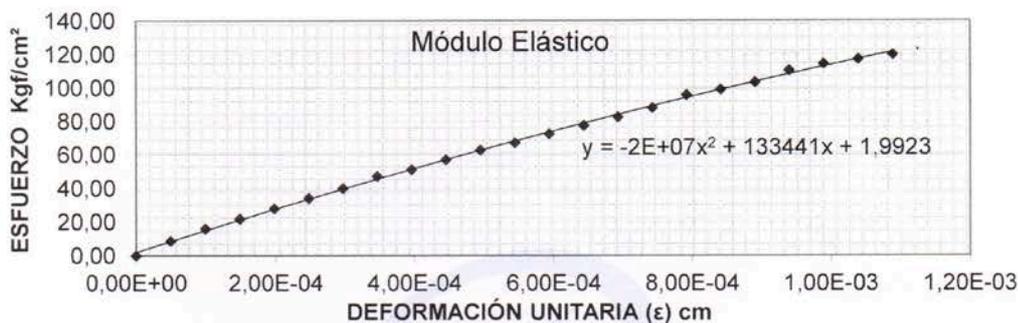
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9N con fibra de nylon		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	29 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1				
Módulo Elástico			Relación de Poisson	
Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁	
S ₁ =	8.66	Kgf/cm²	E _{t1} =	4,95E-06 cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂	
S ₂ =	92.77	Kgf/cm²	E _{t2} =	5,26E-05 cm
			Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂	
			ξ ₁ =	7,73E-04 cm

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	116228,50	Kgf/cm²
Relación de Poisson		
μ=	0,07	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTO

Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS			
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS			
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA			
FECHA:		27/06/2017			
ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL					
ELASTICIDAD (CILINDRO 9N DE 30,5*15cm)					
DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	9N	298,79	16,910	
10	1	15			
20	3	27,7			
30	3	37,8			
40	3	48,5			
50	3	59,4			
60	3	69,4			
70	4	82			
80	4	88,8			
90	5	99			
100	6	108,8			
110	6	116,6			
120	7	125,6			
130	8	134,4			
140	9	143,2			
150	10	152,6			
160	11	165,8			
170	12	171,6			
180	13	179,3			
190	30	191,4			
200	80	198,3			
210	100	203			
220	120	207,7			
230	140	212,5			
240	160	218,2			
250	200	223			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTÉCNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA

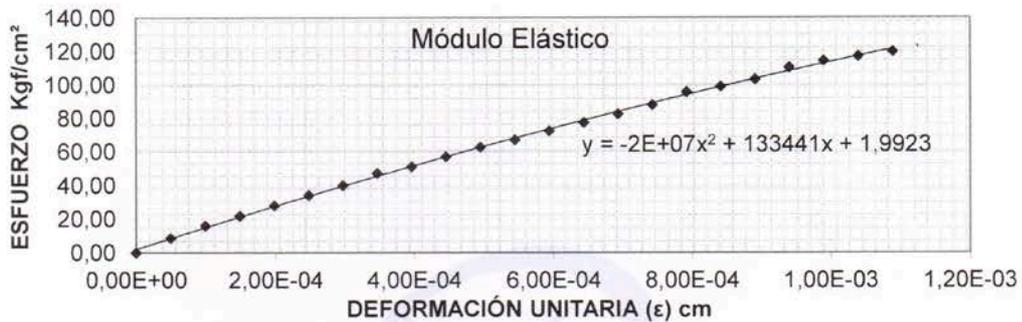
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9N con fibra de nylon		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	29 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1				
Módulo Elástico			Relación de Poisson	
Estuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁	
S ₁ =	8.66	Kgf/cm ²	E _{t1} =	4,95E-06 cm
Estuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂	
S ₂ =	92.77	Kgf/cm ²	E _{t2} =	5,26E-05 cm
			Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂	
	ξ ₁ =	7,73E-04	cm	

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	116228,50	Kgf/cm ²
Relación de Poisson		
μ=	0,07	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTO

Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10N con fibra de nylon
FECHA:	27/06/2017
EDAD ROTURA:	29 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACION DE POISSON	

Características de la probeta:

Diámetro Probeta	15,00	cm ²	Peso Volumétrico	2395,57	Kg/m ³
Altura Probeta	30,00	cm	Carga Máxima	551,26	KN
Área Probeta	176,72	cm ²	Carga Máxima	56213,08	Kgf
Peso Probeta	12,70	Kg	Resistencia Máxima	31,20	Mpa
Longitud Inicial L ₀	20,20	cm	Resistencia Máxima	318,10	Kgf/cm ²

Aplicaciones de carga							
LECTURA DEFORMÍMETRO VERTICAL (x0.001 mm)	LECTURA DEFORMÍMETRO HORIZONTAL (x0.001 mm)	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (cm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (cm)
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00
10,00	0	25,80	2630,88	1,460	14,89	4,95E-05	0,00E+00
20,00	0	39,10	3987,11	2,213	22,56	9,90E-05	0,00E+00
30,00	2	52,80	5384,12	2,988	30,47	1,49E-04	9,90E-06
40,00	3	63,90	6516,01	3,616	36,87	1,98E-04	1,49E-05
50,00	4	74,30	7576,52	4,205	42,87	2,48E-04	1,98E-05
60,00	5	86,50	8761,42	4,850	49,20	2,97E-04	2,48E-05
70,00	6	95,90	9779,11	5,427	55,34	3,47E-04	2,97E-05
80,00	7	106,70	10880,41	6,038	61,57	3,96E-04	3,47E-05
90,00	9	113,40	11563,62	6,417	65,44	4,46E-04	4,46E-05
100,00	10	122,20	12460,98	6,915	70,51	4,95E-04	4,95E-05
110,00	11	130,70	13327,74	7,396	75,42	5,45E-04	5,45E-05
120,00	12	139,40	14214,90	7,889	80,44	5,94E-04	5,94E-05
130,00	13	147,80	15071,46	8,364	85,29	6,44E-04	6,44E-05
140,00	15	156,30	15938,22	8,845	90,19	6,93E-04	7,43E-05
150,00	15	163,30	16652,03	9,241	94,23	7,43E-04	7,43E-05
160,00	16	171,40	17478,00	9,699	98,91	7,92E-04	7,92E-05
170,00	17	179,40	18293,78	10,152	103,52	8,42E-04	8,42E-05
180,00	19	186,20	18987,19	10,537	107,45	8,91E-04	9,41E-05
190,00	20	193,60	19741,78	10,956	111,72	9,41E-04	9,90E-05
200,00	21	199,10	20302,63	11,267	114,89	9,90E-04	1,04E-04
210,00	22	204,90	20894,06	11,595	118,24	1,04E-03	1,09E-04
220,00	25	209,50	21363,13	11,855	120,89	1,09E-03	1,24E-04
230,00	28	214,10	21832,21	12,116	123,54	1,14E-03	1,39E-04
240,00	31	218,70	22301,28	12,376	126,20	1,19E-03	1,53E-04
250,00	34	223,30	22770,35	12,636	128,85	1,24E-03	1,68E-04
CÁLCULO DE ξ_1 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)							
Esfuerzos (Kgf/cm ²)				Deformación Unitaria Vertical (cm)			
Esfuerzo $S_2=Y$	127,24	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_1=X$	1,21E-03	cm		
Esfuerzo $<Y=Y1$	126,20	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_1=X1$	1,19E-03	cm		
Esfuerzo $>Y=Y2$	128,85	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_1=X2$	1,24E-03	cm		
CÁLCULO DE ξ_2 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)							
Esfuerzos (Kgf/cm ²)				Deformación Unitaria Horizontal (cm)			
Esfuerzo $S_2=Y$	127,24	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_2=X$	1,59E-04	cm		
Esfuerzo $<Y=Y1$	126,20	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_2=X1$	1,53E-04	cm		
Esfuerzo $>Y=Y2$	128,85	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_2=X2$	1,68E-04	cm		

Laboratorio de Suelos

Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería**J.R. CONSTRUCCIONES**José Romero M.
ARQUITECTOArq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones



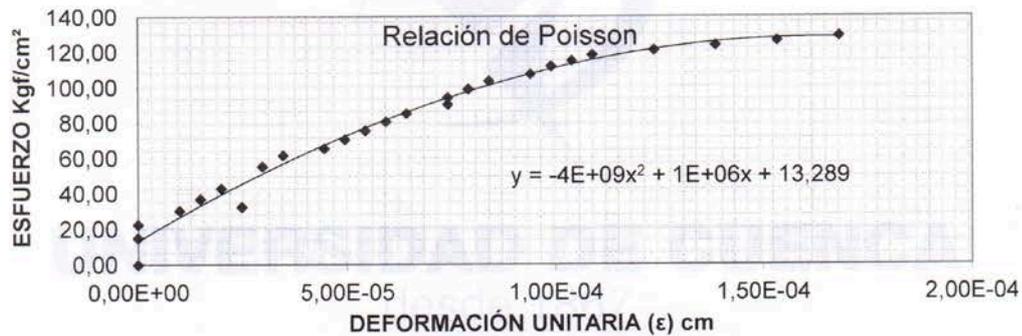
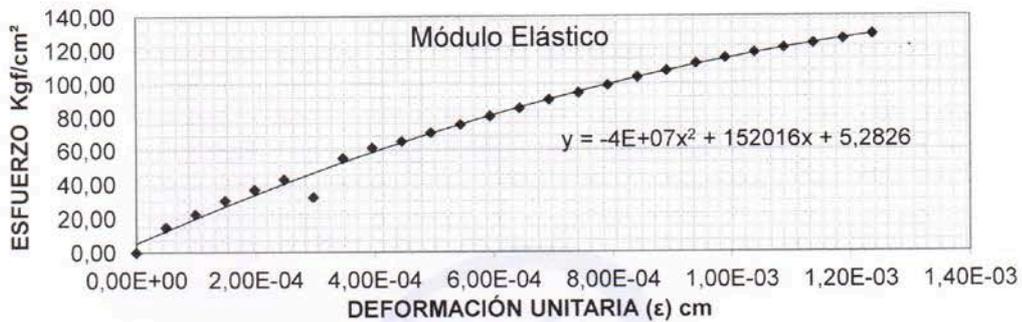
Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTÉCNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10N con fibra de nylon		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	29 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1				
Módulo Elástico			Relación de Poisson	
Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁	
S ₁ =	14,89	Kgf/cm ²	E _{t1} =	0,00E+00 cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂	
S ₂ =	127,24	Kgf/cm ²	E _{t2} =	1,59E-04 cm
Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂				
ξ ₁ =		1,21E-03	cm	

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	97020,43	Kgf/cm ²
Relación de Poisson		
μ=	0,14	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES
José Romero M.
ARQUITECTO

Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS			
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS			
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA			
FECHA:		27/06/2017			
ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL					
ELASTICIDAD (CILINDRO 10N DE 30,5*15cm)					
DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	10N	368,93	20,880	
10	0	25,8			
20	0	39,1			
30	2	52,8			
40	3	63,9			
50	4	74,3			
60	5	56,5			
70	6	95,9			
80	7	106,7			
90	9	113,4			
100	10	122,2			
110	11	130,7			
120	12	139,4			
130	13	147,8			
140	15	156,3			
150	15	163,3			
160	16	171,4			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 7**

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9P con fibra de polipropileno		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	30 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACION DE POISSON			

Características de la probeta:

Diámetro Probeta	15,00	cm ²	Peso Volumétrico	2433,30	Kg/m ³
Altura Probeta	30,00	cm	Carga Máxima	298,79	KN
Área Probeta	176,72	cm ²	Carga Máxima	30468,21	Kgf
Peso Probeta	12,90	Kg	Resistencia Máxima	16,91	Mpa
Longitud Inicial L ₀	20,20	cm	Resistencia Máxima	172,41	Kgf/cm ²

Aplicaciones de carga							
LECTURA DEFORMIMETRO VERTICAL (x0.001 mm)	LECTURA DEFORMIMETRO HORIZONTAL (x0.001 mm)	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (cm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (cm)
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00
10,00	0	13,00	1325,64	0,736	7,50	4,95E-05	0,00E+00
20,00	0	26,00	2651,27	1,471	15,00	9,90E-05	0,00E+00
30,00	0	39,00	3976,91	2,207	22,50	1,49E-04	0,00E+00
40,00	0	48,00	4894,66	2,716	27,70	1,98E-04	0,00E+00
50,00	0	61,00	6220,29	3,452	35,20	2,48E-04	0,00E+00
60,00	0	73,00	7443,96	4,131	42,12	2,97E-04	0,00E+00
70,00	0	82,00	8361,70	4,640	47,32	3,47E-04	0,00E+00
80,00	0	93,00	9483,40	5,263	53,66	3,96E-04	0,00E+00
90,00	0	101,00	10299,17	5,716	58,28	4,46E-04	0,00E+00
100,00	0	111,40	11359,68	6,304	64,28	4,95E-04	0,00E+00
110,00	0	121,00	12338,61	6,847	69,82	5,45E-04	0,00E+00
120,00	0	131,00	13358,33	7,413	75,59	5,94E-04	0,00E+00
130,00	0	141,00	14378,05	7,979	81,36	6,44E-04	0,00E+00
140,00	0	149,50	15244,81	8,460	86,27	6,93E-04	0,00E+00
150,00	1	158,00	16111,58	8,941	91,17	7,43E-04	4,95E-06
160,00	1	168,80	17212,87	9,552	97,40	7,92E-04	4,95E-06
170,00	2	176,20	17967,47	9,971	101,67	8,42E-04	9,90E-06
180,00	3	184,10	18773,05	10,418	106,23	8,91E-04	1,49E-05
190,00	4	191,40	19517,44	10,831	110,45	9,41E-04	1,98E-05
200,00	5	199,10	20302,63	11,267	114,89	9,90E-04	2,48E-05
210,00	5	206,20	21026,63	11,669	118,99	1,04E-03	2,48E-05
220,00	6	213,50	21771,02	12,082	123,20	1,09E-03	2,97E-05
230,00	7	221,60	22597,00	12,540	127,87	1,14E-03	3,47E-05
240,00	9	228,30	23280,21	12,919	131,74	1,19E-03	4,46E-05

CÁLCULO DE ξ_1 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)

Esfuerzos (Kgf/cm ²)	Def. Unitaria Vertical (cm)
Esfuerzo $S_2 = Y$	68,97 Kgf/cm ² Def. Unitaria $\xi_1 = X$ 5,37E-04 cm
Esfuerzo $< Y = Y1$	64,28 Kgf/cm ² Def. Unitaria $< \xi_1 = X1$ 4,95E-04 cm
Esfuerzo $> Y = Y2$	69,82 Kgf/cm ² Def. Unitaria $> \xi_1 = X2$ 5,45E-04 cm

CÁLCULO DE ξ_2 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)

Esfuerzos (Kgf/cm ²)	Def. Unitaria Horizontal (cm)
Esfuerzo $S_2 = Y$	68,97 Kgf/cm ² Def. Unitaria $\xi_2 = X$ 0,00E+00 cm
Esfuerzo $< Y = Y1$	64,28 Kgf/cm ² Def. Unitaria $< \xi_2 = X1$ 0,00E+00 cm
Esfuerzo $> Y = Y2$	69,82 Kgf/cm ² Def. Unitaria $> \xi_2 = X2$ 0,00E+00 cm

Laboratorio de Suelos

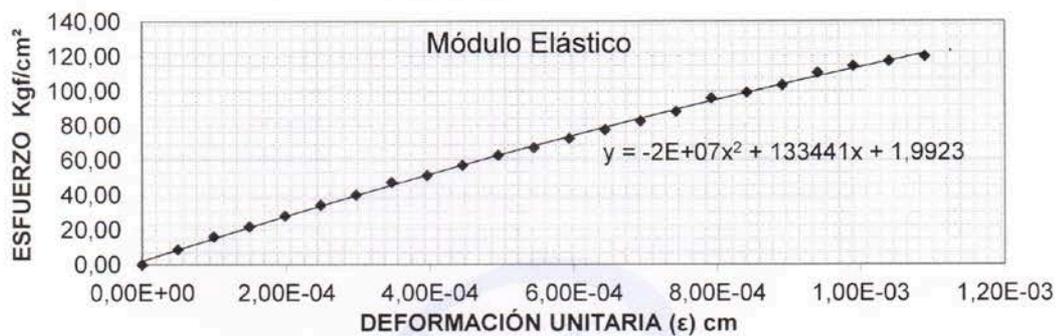
Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería**J.R. CONSTRUCCIONES**José Romero M.
ARQUITECTOArq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones



ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9N con fibra de nylon		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	29 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACION DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1					
Módulo Elástico			Relación de Poisson		
Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁		
S ₁ =	8,66	Kgf/cm ²	E _{t1} =	4,95E-06	cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂		
S ₂ =	92,77	Kgf/cm ²	E _{t2} =	5,26E-05	cm
			Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂		
			ξ ₁ =	7,73E-04	cm

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	116228,50	Kgf/cm ²
Relación de Poisson		
μ=	0,07	---



Laboratorio de Suelos
Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTO

(Signature)
Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL**ELASTICIDAD (CILINDRO 9N DE 30,5*15cm)**

DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	9N	298,79	16,910	
10	1	15			
20	3	27,7			
30	3	37,8			
40	3	48,5			
50	3	59,4			
60	3	69,4			
70	4	82			
80	4	88,8			
90	5	99			
100	6	108,8			
110	6	116,6			
120	7	125,6			
130	8	134,4			
140	9	143,2			
150	10	152,6			
160	11	165,8			
170	12	171,6			
180	13	179,3			
190	30	191,4			
200	80	198,3			
210	100	203			
220	120	207,7			
230	140	212,5			
240	160	218,2			
250	200	223			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10P con fibra de polipropileno		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	30 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Características de la probeta:

Diámetro Probeta	15,00	cm ²	Peso Volumétrico	2467,25	Kg/m ³
Altura Probeta	30,00	cm	Carga Máxima	368,93	KN
Área Probeta	176,72	cm ²	Carga Máxima	37620,53	Kgf
Peso Probeta	13,08	Kg	Resistencia Máxima	20,88	Mpa
Longitud Inicial L ₀	20,20	cm	Resistencia Máxima	212,89	Kgf/cm ²

Aplicaciones de carga							
LECTURA DEFORMÍMETRO VERTICAL (x0.001 mm)	LECTURA DEFORMÍMETRO HORIZONTAL (x0.001 mm)	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL (cm)	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL (cm)
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00
10,00	0	13,00	1325,64	0,736	7,50	4,95E-05	0,00E+00
20,00	1	26,00	2651,27	1,471	15,00	9,90E-05	4,95E-06
30,00	5	39,00	3976,91	2,207	22,50	1,49E-04	2,48E-05
40,00	6	48,00	4894,66	2,716	27,70	1,98E-04	2,97E-05
50,00	7	61,00	6220,29	3,452	35,20	2,48E-04	3,47E-05
60,00	10	73,00	7443,96	4,131	42,12	2,97E-04	4,95E-05
70,00	11	82,00	8361,70	4,640	47,32	3,47E-04	5,45E-05
80,00	12	93,00	9483,40	5,263	53,66	3,96E-04	5,94E-05
90,00	14	101,00	10299,17	5,716	58,28	4,46E-04	6,93E-05
100,00	15	111,40	11359,68	6,304	64,28	4,95E-04	7,43E-05
110,00	17	121,00	12338,61	6,847	69,82	5,45E-04	8,42E-05
120,00	20	131,00	13358,33	7,413	75,59	5,94E-04	9,90E-05
130,00	22	141,00	14378,05	7,979	81,36	6,44E-04	1,09E-04
140,00	22	149,50	15244,81	8,460	86,27	6,93E-04	1,09E-04
150,00	25	158,00	16111,58	8,941	91,17	7,43E-04	1,24E-04
160,00	26	168,80	17212,87	9,552	97,40	7,92E-04	1,29E-04
170,00	27	176,20	17967,47	9,971	101,67	8,42E-04	1,34E-04
180,00	30	184,10	18773,05	10,418	106,23	8,91E-04	1,49E-04
190,00	21	191,40	19517,44	10,831	110,45	9,41E-04	1,04E-04
200,00	33	199,10	20302,63	11,267	114,89	9,90E-04	1,63E-04
210,00	35	206,20	21026,63	11,669	118,99	1,04E-03	1,73E-04
220,00	35	213,50	21771,02	12,082	123,20	1,09E-03	1,73E-04
230,00	37	221,60	22597,00	12,540	127,87	1,14E-03	1,83E-04

CÁLCULO DE ξ_1 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)					
Esfuerzos (Kgf/cm ²)			Deformación Unitaria Vertical (cm)		
Esfuerzo $S_2=Y$	85,16	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_1=X$	6,82E-04	cm
Esfuerzo $<Y=Y1$	81,36	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_1=X1$	6,44E-04	cm
Esfuerzo $>Y=Y2$	86,27	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_1=X2$	6,93E-04	cm
CÁLCULO DE ξ_2 PRODUCIDO POR S_3 (por medio de interpolaciones)					
Esfuerzos (Kgf/cm ²)			Deformación Unitaria Horizontal (cm)		
Esfuerzo $S_3=Y$	85,16	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_2=X$	1,09E-04	cm
Esfuerzo $<Y=Y1$	81,36	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_2=X1$	1,09E-04	cm
Esfuerzo $>Y=Y2$	86,27	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_2=X2$	1,09E-04	cm

Laboratorio de Suelos

Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTOArq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones



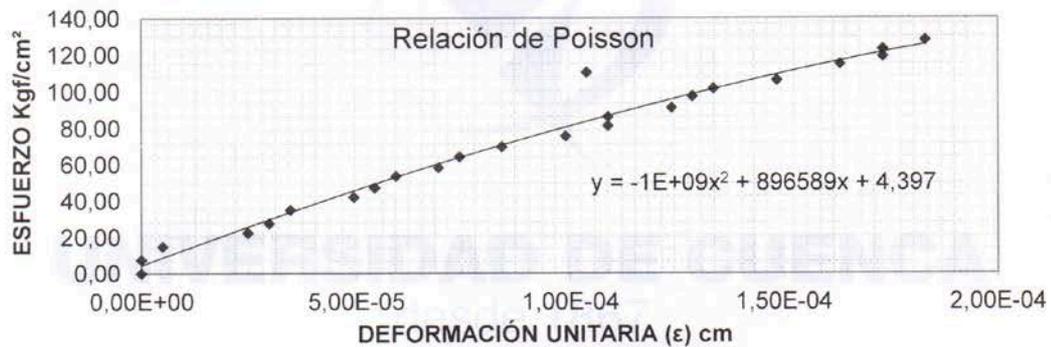
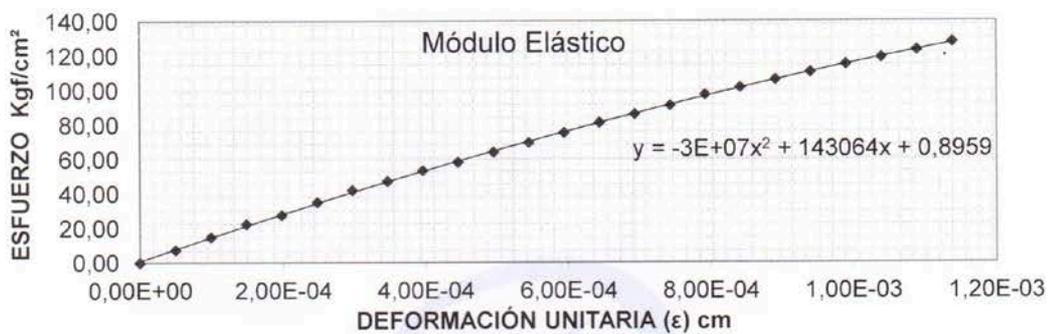
Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTÉCNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10P con fibra de polipropileno		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	30 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1				
Módulo Elástico			Relación de Poisson	
Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁	
S ₁ =	7,50	Kgf/cm²	E _{t1} =	0,00E+00 cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂	
S ₂ =	85,16	Kgf/cm²	E _{t2} =	1,09E-04 cm
			Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂	
			ξ ₁ =	6,82E-04 cm

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	122804,61	Kgf/cm²
Relación de Poisson		
μ=	0,17	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTO

[Signature]
Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS			
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS			
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA			
FECHA:		27/06/2017			
ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL					
ELASTICIDAD (CILINDRO 10P DE 30,5*15cm)					
DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	10P	551,26	31,200	
10	0	15,6			
20	1	26			
30	5	37			
40	6	48			
50	7	55			
60	10	68			
70	11	78			
80	12	87			
90	14	96			
100	15	104			
110	17	116			
120	20	123			
130	22	134			
140	22	139			
150	25	150			
160	26	160			
170	27	168			
180	30	178,3			
190	31	186,3			
200	33	196,7			
210	35	200,9			
220	35	208,7			
230	37	216,7			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 7**

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9FV con fibra de vidrio
FECHA:	27/06/2017
EDAD ROTURA:	34 Días

MÓDULO ELÁSTICO Y RELACION DE POISSON**Características de la probeta:**

Diámetro Probeta	15,00	cm ²	Peso Volumétrico	2416,32	Kg/m ³
Altura Probeta	30,00	cm	Carga Máxima	572,49	KN
Área Probeta	176,72	cm ²	Carga Máxima	58377,95	Kgf
Peso Probeta	12,81	Kg	Resistencia Máxima	32,40	Mpa
Longitud Inicial L ₀	20,20	cm	Resistencia Máxima	330,35	Kgf/cm ²

Aplicaciones de carga

LECTURA DEFORMÍMETRO VERTICAL (x0.001 mm)	LECTURA DEFORMÍMETRO HORIZONTAL (x0.001 mm)	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL (cm)	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL (cm)
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00
25,00	0	34,00	3467,05	1,924	19,62	1,24E-04	0,00E+00
50,00	0	58,60	5975,56	3,316	33,81	2,48E-04	0,00E+00
75,00	1	78,40	7994,60	4,437	45,24	3,71E-04	4,95E-06
100,00	4	97,30	9921,88	5,506	56,15	4,95E-04	1,98E-05
125,00	6	117,30	11961,32	6,638	67,69	6,19E-04	2,97E-05
150,00	10	138,00	14072,14	7,809	79,63	7,43E-04	4,95E-05
175,00	18	154,00	15703,69	8,715	88,86	8,66E-04	8,91E-05
200,00	20	173,00	17641,16	9,790	99,83	9,90E-04	9,90E-05
225,00	22	188,90	19262,51	10,690	109,00	1,11E-03	1,09E-04
250,00	27	212,00	21618,06	11,997	122,33	1,24E-03	1,34E-04
275,00	31	223,00	22739,76	12,619	128,68	1,36E-03	1,53E-04
300,00	35	235,00	23963,42	13,299	135,60	1,49E-03	1,73E-04
325,00	40	255,00	26002,86	14,430	147,15	1,61E-03	1,98E-04
350,00	44	268,00	27328,50	15,166	154,65	1,73E-03	2,18E-04
375,00	47	278,00	28348,22	15,732	160,42	1,86E-03	2,33E-04
400,00	55	288,00	29367,94	16,298	166,19	1,98E-03	2,72E-04
425,00	60	297,00	30285,68	16,807	171,38	2,10E-03	2,97E-04
450,00	67	309,00	31509,35	17,486	178,31	2,23E-03	3,32E-04
475,00	72	318,00	32427,10	17,995	183,50	2,35E-03	3,56E-04
500,00	81	326,00	33242,87	18,448	188,12	2,48E-03	4,01E-04

CÁLCULO DE ξ_1 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)

Esfuerzos (Kgf/cm ²)		Def. Unitaria $\xi_1=X$	
Esfuerzo $S_2=Y$	132,14	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_1=X$
Esfuerzo $<Y=Y1$	128,68	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_1=X1$
Esfuerzo $>Y=Y2$	135,60	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_1=X2$

CÁLCULO DE ξ_2 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)

Esfuerzos (Kgf/cm ²)		Def. Unitaria $\xi_2=X$	
Esfuerzo $S_2=Y$	132,14	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_2=X$
Esfuerzo $<Y=Y1$	128,68	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $<\xi_2=X1$
Esfuerzo $>Y=Y2$	135,60	Kgf/cm ²	Def. Unitaria $>\xi_2=X2$

Laboratorio de Suelos

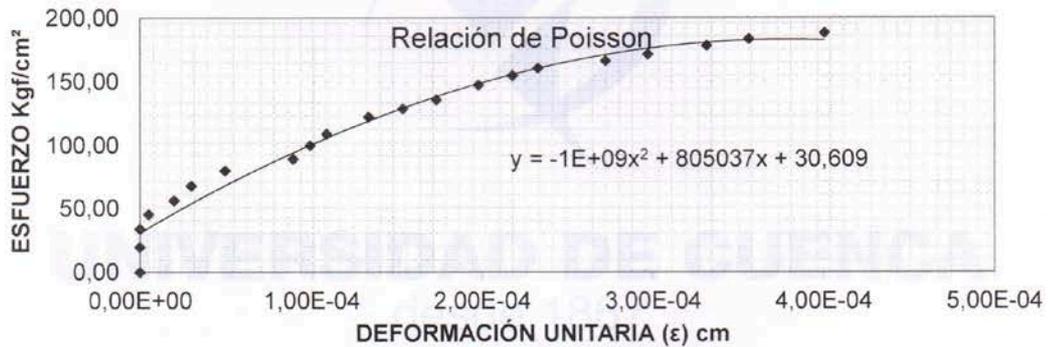
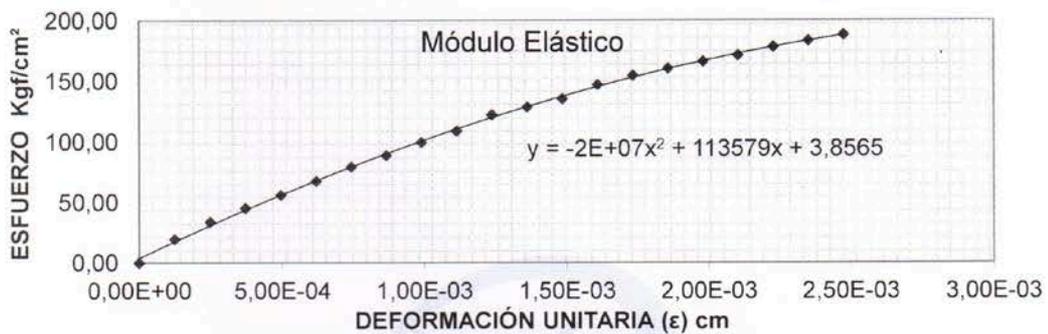
Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería**J.R. CONSTRUCCIONES**José Romero M.
ARQUITECTOArq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones



ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 9FV con fibra de vidrio		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	34 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1					
Módulo Elástico			Relación de Poisson		
Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁		
S ₁ =	19,62	Kgf/cm ²	E _{t1} =	0,00E+00	cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂		
S ₂ =	132,14	Kgf/cm ²	E _{t2} =	1,63E-04	cm
Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂					
ξ ₁ =		1,42E-03	cm		

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	86590,27	Kgf/cm ²
Relación de Poisson		
μ=	0,13	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

CONSTRUCCIONES
José Romero M.
ARQUITECTO

Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS			
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS			
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA			
FECHA:		27/06/2017			
ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL					
ELASTICIDAD (CILINDRO 9FV DE 30,5*15,3cm)					
DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	9FV	572,494	32,397	
25	0	34			
50	0	58,6			
75	1	78,4			
100	4	97,3			
125	6	117,3			
150	10	138			
175	18	154			
200	20	173			
225	22	188,9			
250	27	212			
275	-	-			
300	35	235			
325	40	255			
350	44	268			
375	47	278			
400	55	288			
425	60	297			
450	67	309			
475	72	318			
500	81	326			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 7**

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10FV con fibra de vidrio		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	34 Días

MÓDULO ELÁSTICO Y RELACION DE POISSON**Características de la probeta:**

Diámetro Probeta	15,00	cm ²	Peso Volumétrico	2331,44	Kg/m ³
Altura Probeta	30,00	cm	Carga Máxima	383,63	KN
Área Probeta	176,72	cm ²	Carga Máxima	39119,52	Kgf
Peso Probeta	12,36	Kg	Resistencia Máxima	21,71	Mpa
Longitud inicial l_0	20,20	cm	Resistencia Máxima	221,37	Kgf/cm ²

Aplicaciones de carga

LECTURA DEFORMIMETRO VERTICAL (x0.001 mm)	LECTURA DEFORMIMETRO HORIZONTAL (x0.001 mm)	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL cm	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL cm
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00
25,00	2	35,00	3569,02	1,981	20,20	1,24E-04	9,90E-06
50,00	6	58,00	5914,38	3,282	33,47	2,48E-04	2,97E-05
75,00	10	84,00	8565,65	4,754	48,47	3,71E-04	4,95E-05
100,00	12	103,00	10503,12	5,829	59,44	4,95E-04	5,94E-05
125,00	19	126,00	12848,47	7,130	72,71	6,19E-04	9,41E-05
150,00	21	144,00	14683,97	8,149	83,09	7,43E-04	1,04E-04
175,00	23	162,00	16519,46	9,167	93,48	8,66E-04	1,14E-04
200,00	25	176,00	17947,07	9,960	101,56	9,90E-04	1,24E-04
225,00	28	186,00	18966,79	10,526	107,33	1,11E-03	1,39E-04
250,00	30	195,00	19884,54	11,035	112,52	1,24E-03	1,49E-04
275,00	33	210,00	21414,12	11,884	121,18	1,36E-03	1,63E-04
300,00	40	218,00	22229,90	12,336	125,80	1,49E-03	1,98E-04

UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867**CÁLCULO DE ξ_1 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)**

Esfuerzos (Kgf/cm ²)		Deformación Unitaria Vertical (cm)	
Esfuerzo $S_2 = Y$	88,55 Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_1 = X$	8,08E-04 cm
Esfuerzo $< Y = Y_1$	83,09 Kgf/cm ²	Def. Unitaria $< \xi_1 = X_1$	7,43E-04 cm
Esfuerzo $> Y = Y_2$	93,48 Kgf/cm ²	Def. Unitaria $> \xi_1 = X_2$	8,66E-04 cm

CÁLCULO DE ξ_2 PRODUCIDO POR S_2 (por medio de interpolaciones)

Esfuerzos (Kgf/cm ²)		Deformación Unitaria Horizontal (cm)	
Esfuerzo $S_2 = Y$	88,55 Kgf/cm ²	Def. Unitaria $\xi_2 = X$	1,09E-04 cm
Esfuerzo $< Y = Y_1$	83,09 Kgf/cm ²	Def. Unitaria $< \xi_2 = X_1$	1,04E-04 cm
Esfuerzo $> Y = Y_2$	93,48 Kgf/cm ²	Def. Unitaria $> \xi_2 = X_2$	1,14E-04 cm

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Suelos

Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería**J.R. CONSTRUCCIONES**José Romero M.
ARQUITECTOArq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones



27/06/2017



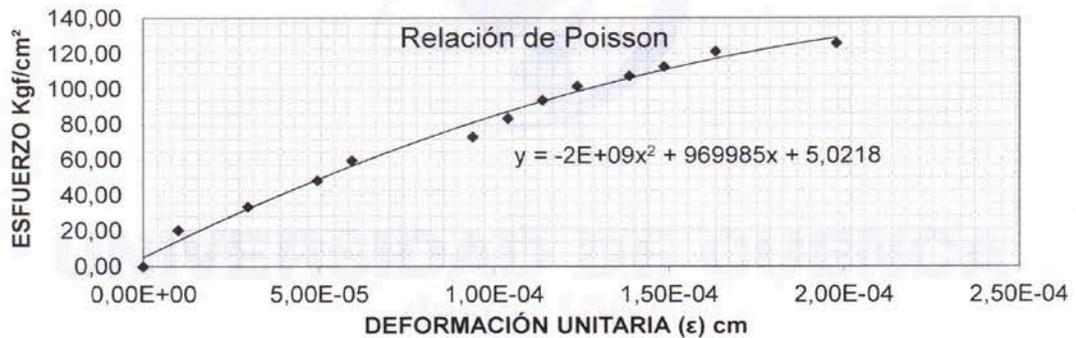
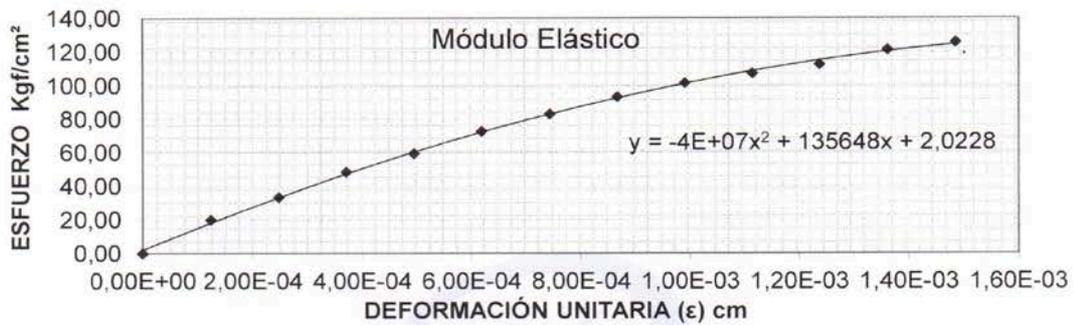
Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE GEOTÉCNIA Y ESTRUCTURAS FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext:2354

ANEXO 7

PROYECTO:	Paneles para revestimientos de fachadas fabricados en bases a hormigón, con estructura de fibras sintéticas.		
MAESTRANTE:	Arq. José Eleodoro Romero Macas		
DIRECTOR DE TESIS:	Dr. Arq. Felipe Quesada Molina		
DESCRIPCIÓN PROBETA:	Cilindro 10FV con fibra de vidrio		
FECHA:	27/06/2017	EDAD ROTURA:	34 Días
MÓDULO ELÁSTICO Y RELACIÓN DE POISSON			

Gráfico del Módulo Elástico y Relación de Poisson



Especimen #: 1					
Módulo Elástico			Relación de Poisson		
Esfuerzo a 50 millonésimas de deformación			Deformación Unitaria Transversal por S ₁		
S ₁ =	20,20	Kgf/cm ²	E _{t1} =	9,90E-06	cm
Esfuerzo al 40% de la Resistencia			Deformación Unitaria Transversal por S ₂		
S ₂ =	88,55	Kgf/cm ²	E _{t2} =	1,09E-04	cm
Deformación Unitaria Longitudinal por S ₂					
ξ ₁ =	8,08E-04		cm		

RESULTADOS		
Módulo Elástico		
E=	99958,62	Kgf/cm ²
Relación de Poisson		
μ=	0,15	---



Laboratorio de Geotecnia y Estructuras
Facultad de Ingeniería

J.R. CONSTRUCCIONES

José Romero M.
ARQUITECTO

Arq. José Romero Macas
Maestrante en Construcciones

**ANEXO 7**

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS			
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS			
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA			
FECHA:		27/06/2017			
ENSAYOS DE ELASTICIDAD DE CILINDROS EN PRENSA UNIVERSAL					
ELASTICIDAD (CILINDRO 10FV DE 30,3*15cm)					
DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	CARGA (KN)	CARGA MAYOR	RESISTENCIA	LONGITUD SUBCERO (Lo)
mm (0,001)	mm (0,001)	10FV	383,634	21,709	
25	2	35			
50	6	58			
75	10	84			
100	12	103			
125	19	126			
150	21	144			
175	23	162			
200	25	176			
225	28	186			
250	30	195			
275	33	210			
300	40	218			

Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍAArq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 9**

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@uclacuenca.edu.ec
Teléfono: 405 1000 Ext. 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS							
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS							
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA							
FECHA:	27/06/2017							
ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR								
PANELES HORMIGÓN CON MALLA ELECTROSOLDADA								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
M1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29,3	6	10520	139,43
M2	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10549	94,12
M3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29	6	10750	166
M4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	28,5	6	10355	166,8
M5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	10434	165,37
M6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	10290	221,84
PANELES HORMIGÓN TESTIGO e=4,5cm								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
T1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	4,5	8096	172,62
T2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,3	28,6	4,5	7601	181,91
T3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,2	29	4,5	8030	192,4
T4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,2	28,7	4,5	8103	169,3
T5	22/05/2017	19/06/2017	28	21,1	28,8	4,5	7402	213,47
T6	22/05/2017	19/06/2017	28	21,1	29	4,5	7902	237,26

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas
y Bioclimáticas
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9

Fundada en 1863
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 401-1000 Ext. 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR

PANELES HORMIGÓN CON NYLON

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
N1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	28,5	6	10273	143,30
N2	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29,3	6	10342	134,95
N3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	28,8	6	10243	195,8
N4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,4	6	10393	186,5
N5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,6	6	10230	203,40
N6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,6	6	10425	221,45

PANELES HORMIGÓN CON CABUYA COLOCADOS EN FORMA ALEATORIA

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
C1	22/05/2017	29/05/2017	7	25,2	29,4	6	10356	130,89
C2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,2	28,8	6	9966	116,39
C3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,1	28,8	6	10037	152,3
C4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	29,2	6	10106	156,4
C5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29,2	6	10179	177,24
C6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29,2	6	10096	173,12

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas
y Bioclimáticas

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. José Romero M.

MAESTRANTE

**ANEXO 9**Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

Laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 403-1000 Ext. 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR**PANELES HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO**

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
P1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10516	152,80
P2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	10369	132,77
P3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,1	28,7	6	10575	182,88
P4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29	6	10411	153
P5	22/05/2017	19/06/2017	28	25,2	29	6	10289	205,92
P6	22/05/2017	19/06/2017	28	25,2	29	6	10676	202,42

PANELES HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
FV1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10063	75,99
FV2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	9862	67,91
FV3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,2	6	9739	95,6
FV4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	28,6	6	9791	94
FV5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	9916	97,46
FV6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	10128	125,09

**ANEXO 9**

Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext. 2354

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS				
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS				
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA				
FECHA:				27/06/2017				
ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR DE PANELES								
PANELES HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
1	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	10666	162,88
2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,2	6	10645	171,04
3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,2	28,3	6	10586	195
4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	29,1	6	11052	216,1
5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,8	6	10346	236,55
6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,8	6	10616	278,98
PANELES HORMIGÓN CON FIBRAS METÁLICAS DE DRAMIX (3D)								
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
D1	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,1	6	10403	150,19
D2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29	6	10462	150,07
D3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,2	6	10535	205,70
D4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29	6	10592	195,6
D5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29,3	6	10455	175,59
D6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,5	6	10512	222,33

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas
y Bioclimáticas

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1300 Fax: 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACÁS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR

PANELES HORMIGÓN CON MALLA ELECTROSOLDADA

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
M1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29,3	6	10520	139,43
M2	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10549	94,12
M3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29	6	10750	166
M4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	28,5	6	10355	166,8
M5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	10434	165,37
M6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	10290	221,84

PANELES HORMIGÓN TESTIGO e=4,5cm

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
T1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	4,5	8096	172,62
T2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,3	28,6	4,5	7601	181,91
T3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,2	29	4,5	8030	192,4
T4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,2	28,7	4,5	8103	169,3
T5	22/05/2017	19/06/2017	28	21,1	28,8	4,5	7402	213,47
T6	22/05/2017	19/06/2017	28	21,1	29	4,5	7902	237,26

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas
y Bioclimáticas

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE

**ANEXO 9**Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCALABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405 1000 Fax: 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUÉSADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR**PANELES HORMIGÓN CON NYLON**

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
N1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	28,5	6	10273	143,30
N2	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29,3	6	10342	134,95
N3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	28,8	6	10243	195,8
N4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,4	6	10393	186,5
N5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,6	6	10230	203,40
N6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,6	6	10425	221,45

PANELES HORMIGÓN CON CABUYA COLOCADOS EN FORMA ALEATORIA

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
C1	22/05/2017	29/05/2017	7	25,2	29,4	6	10356	130,89
C2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,2	28,8	6	9966	116,39
C3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,1	28,8	6	10037	152,3
C4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	29,2	6	10106	156,4
C5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29,2	6	10179	177,24
C6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29,2	6	10096	173,12

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas
y Bioclimáticas

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext. 2334

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR

PANELES HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
P1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10516	152,80
P2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	10369	132,77
P3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,1	28,7	6	10575	182,88
P4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29	6	10411	153
P5	22/05/2017	19/06/2017	28	25,2	29	6	10289	205,92
P6	22/05/2017	19/06/2017	28	25,2	29	6	10676	202,42

PANELES HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
FV1	22/05/2017	29/05/2017	7	25	29	6	10063	75,99
FV2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	9862	67,91
FV3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,2	6	9739	95,6
FV4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	28,6	6	9791	94
FV5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	9916	97,46
FV6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29	6	10128	125,09

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas
y Bioclimáticas

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. José Romero M.

MAESTRANTE

**ANEXO 9**Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405 1000 Ext. 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADO MENOR DE PANELES**PANELES HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS**

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
1	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,3	6	10666	162,88
2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,2	6	10645	171,04
3	22/05/2017	05/06/2017	14	25,2	28,3	6	10586	195
4	22/05/2017	05/06/2017	14	25,3	29,1	6	11052	216,1
5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,8	6	10346	236,55
6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,8	6	10616	278,98

PANELES HORMIGÓN CON FIBRAS METÁLICAS DE DRAMIX (3D)

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MAX. (kgf/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)		
D1	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29,1	6	10403	150,19
D2	22/05/2017	29/05/2017	7	25,5	29	6	10462	150,07
D3	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29,2	6	10535	205,70
D4	22/05/2017	05/06/2017	14	25	29	6	10592	195,6
D5	22/05/2017	19/06/2017	28	25	29,3	6	10455	175,59
D6	22/05/2017	19/06/2017	28	25	28,5	6	10512	222,33

Laboratorio de Aplicaciones Constructivas
y Bioclimáticas
FACULTAD DE ARQUITECTURAArq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1667
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext. 2354

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS											
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS											
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA											
FECHA:	27/06/2017											
ENSAYO A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN												
VIGAS HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS												
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1	20/04/2017	27/04/2017	7	53,4	15,5	15	48	28574	27709	19,11	1976,36	27,20
2	20/04/2017	27/04/2017	7	53,4	15,5	15	48	29065	27709	18,4	1903,96	26,20
3	20/04/2017	05/05/2017	15	53,4	15,5	15	48	29370	27709	25,49	2626,92	36,16
4	20/04/2017	05/05/2017	15	53,4	15,5	15	48	28963	27709	24,48	2523,93	34,74
5	20/04/2017	19/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	28897	27709	23,54	2428,08	33,42
6	20/04/2017	19/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	28684	27709	26,185	2697,79	37,13
VIGAS HORMIGÓN CON FIBRAS METALICAS DE DRAMIX (3D)												
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L. APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
7D	09/04/2017	16/04/2017	7	53,4	15,5	15	48	30600	27709	21,94	2264,93	33,17
8D	09/04/2017	16/04/2017	7	53,4	15,5	15	48	29405	27709	20,15	2082,40	28,66
3D	01/04/2017	15/04/2017	14	53,4	15,5	15	48	29505	27709	23,73	2447,46	33,69
4D	01/04/2017	15/04/2017	14	53,4	15,5	15	48	29872	27709	22,65	2337,33	32,17
5D	06/04/2017	05/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	29590	27709	29,16	3001,15	41,31
6D	06/04/2017	05/05/2017	29	53,4	15,5	15	48	29735	27709	33,45	3438,61	47,33

Laboratorio de Suelos y Materiales
 FACULTAD DE INGENIERÍA

Arq. José Romero M.
 MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext 2354

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

VIGAS HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1FV	18/04/2017	27/04/2017	9	53,4	15,5	15	48	28792	27709	31,38	3227,53	44,42
2FV	18/04/2017	27/04/2017	9	53,4	15,5	15	48	28385	27709	25,1	2587,16	35,61
3FV	18/04/2017	05/05/2017	17	53,4	15,5	15	48	28299	27709	30,15	3102,10	42,70
4FV	18/04/2017	05/05/2017	17	53,4	15,5	15	48	29059	27709	33,92	3486,53	47,99
5FV	18/04/2017	19/05/2017	31	53,4	15,5	15	48	28905	27709	29,15	3000,13	41,29
6FV	18/04/2017	19/05/2017	31	53,4	15,5	15	48	29061	27709	29,44	3029,71	41,70

VIGAS HORMIGÓN CON FIBRA NATURAL (CABUYA)

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			L APOYO (cm)	PESO (g)	PESO SOPORTE (g)	CARGA MÁX. (kN)	C. ROTURA (3PL/2b(d)2) Kg	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)						
1C	19/04/2017	27/04/2017	8	53,4	15,5	15	48	29114	27709	19,46	2012,05	27,69
2C	19/04/2017	27/04/2017	8	53,4	15,5	15	48	28727	27709	23,07	2380,16	32,76
3C	19/04/2017	05/05/2017	16	53,4	15,5	15	48	28878	27709	26,75	2755,41	37,92
4C	19/04/2017	05/05/2017	16	53,4	15,5	15	48	28745	27709	26,56	2736,03	37,66
5C	19/04/2017	19/05/2017	30	53,4	15,5	15	48	29040	27709	36,188	3717,80	51,17
6C	19/04/2017	19/05/2017	30	53,4	15,5	15	48	28312	27709	29,48	3033,78	41,76



Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Facultad en 1862
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext. 2354

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN

MR=3pl /bd^2

PANELES HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO EN 2 LÁMINAS DISTRIBUIDO EN TODO EL PANEL 1: 1/3 2:2/3

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
FV1	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	6	21494	5,143	524,43	48,07
FV2	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	6	21534	4,7	479,26	43,93
FV3	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	6	21349	4,812	490,68	44,98
FV4	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	6	21020	5,048	514,74	47,18
FV5	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	6	22308	6,84	697,47	63,94
FV6	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	6	21332	6,46	658,73	60,38

PANELES HORMIGÓN CON MALLA ELECTROSOLDADA 5*10 CM EN HIERRO DE 5MM

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm2
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
M1	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	6	22322	7,596	774,56	71,00
M2	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	6	21925	7,643	779,36	71,44
M3	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	6	21819	4,58	467,02	42,81
M4	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	6	22021	5,331	543,60	49,83
M5	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	6	22806	7,45	759,7	69,6
M6	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	6	21822	7,93	808,62	74,12

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Suelos

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext. 2354

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN

MR=3pl
/bd²

PANELES HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS DE 4,5CM DE ESPESOR

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
HS-1	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	4,5	15766	2,47	251,87	23,09
HS-2	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	4,5	16154	3,11	317,13	29,07
HS-3	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	4,5	15937	2,64	269,20	24,68
HS-4	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	4,5	16471	2,45	249,83	22,90
HS-5	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	4,5	15421	2,93	298,77	27,39
HS-6	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	4,5	15237	3,35	341,60	31,31

PANELES HORMIGÓN CON CABUYA' CON FIBRAS LONGITUDINALES TODO EL PANEL EN LADO MAYOR

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
C-1	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	6	21995	5,945	606,21	55,57
C-2	16/05/2017	23/05/2017	7	60	25	6	21638	5,237	534,02	48,95
C-3	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	6	21986	5,473	558,08	51,16
C-4	16/05/2017	30/06/2017	14	60	25	6	21202	5,426	553,29	50,72
C-5	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	6	21810	7,36	750,50	68,80
C-6	16/05/2017	13/06/2017	28	60	25	6	22095	6,75	688,30	63,09

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Suelos

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1807
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405-1000 Ext. 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A LA FLEXIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN

MR=3pl
/bd²

PANELES HORMIGÓN CON NYLON

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
N1	02/05/2017	09/05/2017	7	60	25	6	21340	1,85	188,64	17,29
N2	02/05/2017	09/05/2017	7	60	25	6	21327	3,44	350,78	32,15
N3	02/05/2017	16/05/2017	14	60	25	6	21180	4,34	442,55	40,57
N4	02/05/2017	16/05/2017	14	60	25	6	21499	4,95	504,75	46,27
N5	02/05/2017	30/06/2017	28	60	25	6	21231	6,322	644,65	59,09
N6	02/05/2017	30/06/2017	28	60	25	6	21533	6,039	615,80	56,45

PANELES HORMIGÓN CON CABUYA DISTRIBUIDA EN FORMA ALEATORIA TRIDIMENSIONALMENTE

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
C1	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	19191	1,9	193,74	17,76
C2	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	21179	2,41	245,75	22,53
C3	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	19725	3,07	313,05	28,70
C4	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	21280	3,16	322,23	29,54
C5	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	20374	3,97	404,82	37,11
C6	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	20716	4,25	433,37	39,73

Univ. ID 2017-10-10
Facultad de Ingeniería
Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Suelos

Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-2000 Ext. 2154

PROYECTO:				PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS						
MAESTRANTE:				ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS						
DIRECTOR DE TESIS:				DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA						
FECHA:				27/06/2017						
ENSAYO A LA FLEXIÓN DE PANELES DE HORMIGÓN									MR=3pl /bd ²	
PANELES HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS										
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA A MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
T1	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	21483	3,41	347,72	31,87
T2	03/05/2017	10/05/2017	7	60	25	6	22134	4,52	460,90	42,25
T3	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	21831	4,58	467,02	42,81
T4	03/05/2017	17/05/2017	14	60	25	6	21318	4,25	433,37	39,73
T5	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	21548	5,567	567,67	52,04
T6	03/05/2017	31/06/2017	28	60	25	6	21876	6,086	620,59	56,89
PANELES HORMIGÓN CON FIBRAS METÁLICAS DE DRAMIX (3D)										
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)			PESO (g)	CARGA A MÁX. (kN)	CARGA MÁX. (kg)	M. ROTURA kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)	Lado (c)				
D1	01/05/2017	08/05/2017	7	60	25	6	21406	4,01	408,90	37,48
D2	01/05/2017	08/05/2017	7	60	25	6	21510	4,2	428,27	39,26
D3	01/05/2017	15/05/2017	14	60	25	6	21258	5,75	586,33	53,75
D4	01/05/2017	15/05/2017	14	60	25	6	21108	4,58	467,02	42,81
D5	01/05/2017	29/06/201	28	60	25	6	21638	5,567	567,67	52,04
D6	01/05/2017	29/06/2017	28	60	25	6	21821	5,898	601,42	55,13



Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867
UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA
laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 405 1000 Ext 2154

PROYECTO:		PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS							
MAESTRANTE:		ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS							
DIRECTOR DE TESIS:		DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA							
FECHA:		27/06/2017							
ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)									
CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO									$F_t = 2P/\pi Ld$
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA A MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
3FV	18/04/2017	25/04/2017	7	305	150	12165	134,56	0,00187243	19,09
4FV	18/04/2017	25/04/2017	7	305	150	12709	122,104	0,00169910	17,33
7FV	18/04/2017	02/05/2017	14	305	150	12739	130,55	0,00181663	18,52
8FV	18/04/2017	02/05/2017	14	305	150	12770	142,11	0,00197749	20,16
11FV	18/04/2017	16/05/2017	28	305	150	12248	187,733	0,00261234	26,64
12FV	18/04/2017	16/05/2017	28	300	150	12883	213,707	0,00302334	30,83
CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRA NATURAL (CABUYA)									
N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA A MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
3C	19/04/2017	26/04/2017	7	305	150	12538	112,055	0,00155927	15,90
4C	19/04/2017	26/04/2017	7	305	150	13404	100,071	0,00139251	14,20
7C	19/04/2017	03/05/2017	14	305	150	12260	116,96	0,00162752	16,60
8C	19/04/2017	03/05/2017	14	305	150	12510	101,53	0,00141281	14,41
11C	19/04/2017	17/05/2017	28	305	150	12496	187,36	0,00260715	26,59
12C	19/04/2017	17/05/2017	28	300	150	12517	173,2	0,00245028	24,99



Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405 1000 Ext 2154

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)

CILINDROS HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS

$$F_t = 2P/\pi L_d$$

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
3	20/04/2017	27/04/2017	7	30,5	15	13494	113,706	0,00158224	16,13
4	20/04/2017	27/04/2017	7	30,5	15	12539	112,008	0,00155861	15,89
7	20/04/2017	04/05/2017	14	30,5	15	12870	130,81	0,00182025	18,56
8	20/04/2017	04/05/2017	14	30,5	15	12669	120,45	0,00167608	17,09
11	20/04/2017	18/05/2017	28	30	15	12654	191,978	0,00271593	27,69
12	20/04/2017	18/05/2017	28	30,5	15	12543	191,742	0,00266813	27,21

CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRAS METÁLICAS DE DRAMIX (3D)

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX (kN/mm ²)	RESISTENCIA MÁX (Kg-f/cm ²)
				Lado (a)	Lado (b)				
9D	09/04/2017	16/04/2017	7	30,5	15	12816	204,99	0,00285247	29,09
10D	09/04/2017	16/04/2017	7	30,5	15	12483	260,66	0,00362713	36,99
3D	01/04/2017	15/04/2017	14	30,5	15	12352	139,61	0,00194270	19,81
4D	01/04/2017	15/04/2017	14	30,5	15	12789	134,04	0,00186519	19,02
11D	09/04/2017	07/05/2017	28	30,5	15	12892	166,24	0,00231326	23,59
12D	09/04/2017	07/05/2017	28	30,5	15	13049	171,833	0,00239109	24,38



Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext. 2354

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)

CILINDROS HORMIGÓN TESTIGO SIN NINGÚN TIPO DE FIBRAS

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX. (MPa)	RESISTENCIA MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
1	20/04/2017	27/04/2017	7	30,5	15	12369	140,55	7,95	81,07
2	20/04/2017	27/04/2017	7	30,5	15	12040	216,87	12,27	125,12
5	20/04/2017	04/05/2017	14	30,5	15	12636	264,38	14,96	152,55
6	20/04/2017	04/05/2017	14	30,5	15	12244	252,31	14,27	145,51
9	20/04/2017	18/05/2017	28	30,5	15	12641	349,837	19,797	201,87
10	20/04/2017	18/05/2017	28	30,3	15	12369	306,802	17,361	177,03

CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRAS METÁLICAS DE DRAMIX (3D)

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX. (MPa)	RESISTENCIA MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
1D	01/04/2017	15/04/2017	14	30,5	15	12494	246,04	13,92	141,94
2D	01/04/2017	15/04/2017	14	30,5	15	13076	280,27	15,86	161,73
7D	09/04/2017	16/04/2017	7	30,5	15	12560	254,91	14,43	147,15
8D	09/04/2017	16/04/2017	7	30,5	15	12832	245,34	13,88	141,54
5D	01/04/2017	29/04/2017	28	30,5	15	12798	355,023	20,01	204,05
6D	01/04/2017	29/04/2017	28	30,5	15	12815	462,94	26,2	267,17


Laboratorio de Suelos y Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Suelos


Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405-1000 Ext 2354

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

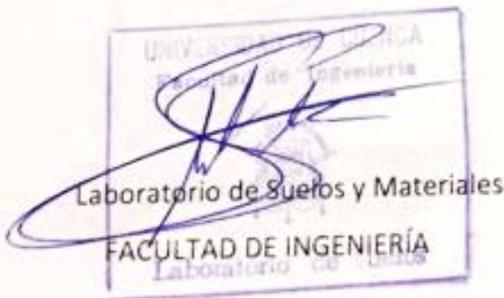
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)

CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX. (MPa)	RESISTENCIA MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
1FV	18/04/2017	25/04/2017	7	30,5	15	12442	219,84	12,44	126,85
2FV	18/04/2017	25/04/2017	7	30,5	15	12844	201,97	11,43	116,55
5FV	18/04/2017	02/05/2017	14	30,5	15	13081	313,166	17,72	180,69
6FV	18/04/2017	02/05/2017	14	30,5	15	13533	293,09	16,59	169,17
9FV	18/04/2017	16/05/2017	28	30,5	15	12805	572,494	32,397	330,36
10FV	18/04/2017	16/05/2017	28	30,3	15	12355	383,634	21,709	221,37

CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRA NATURAL (CABUYA)

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA MÁX. (MPa)	RESISTENCIA MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
1C	19/04/2017	26/04/2017	7	30,5	15	12082	197,21	11,6	118,29
2C	19/04/2017	26/04/2017	7	30,5	15	12574	186,27	10,54	107,48
5C	19/04/2017	03/05/2017	14	30,5	15	11900	230,67	13,05	133,07
6C	19/04/2017	03/05/2017	14	30,5	15	12387	269,24	15,24	155,40
9C	19/04/2017	17/05/2017	28	31	15	12197	331,501	18,759	191,29
10C	19/04/2017	17/05/2017	28	30,5	15	12575	295,866	16,743	170,73



Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 9



Fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES FACULTAD DE INGENIERÍA

laboratorio.suelos@ucuenca.edu.ec

Teléfono: 405 1000 Fax 2354

PROYECTO:	PANELES PARA REVESTIMIENTOS DE FACHADAS, FABRICADOS EN BASES A HORMIGÓN, CON ESTRUCTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS
MAESTRANTE:	ARQ. JOSÉ E. ROMERO MACAS
DIRECTOR DE TESIS:	DR. ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA
FECHA:	27/06/2017

ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN (30*15cm)

CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRA DE VIDRIO

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX. (MPa)	RESISTENCIA A MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
1FV	18/04/2017	25/04/2017	7	30,5	15	12442	219,84	12,44	126,85
2FV	18/04/2017	25/04/2017	7	30,5	15	12844	201,97	11,43	116,55
5FV	18/04/2017	02/05/2017	14	30,5	15	13081	313,166	17,72	180,69
6FV	18/04/2017	02/05/2017	14	30,5	15	13533	293,09	16,59	169,17
9FV	18/04/2017	16/05/2017	28	30,5	15	12805	572,494	32,397	330,36
10FV	18/04/2017	16/05/2017	28	30,3	15	12355	383,634	21,709	221,37

CILINDROS HORMIGÓN CON FIBRA NATURAL (CABUYA)

N° PANEL	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	MEDIDAS (cm)		PESO (g)	CARGA MÁX. (kN)	RESISTENCIA A MÁX. (MPa)	RESISTENCIA A MÁX. Kg-f/cm ²
				Lado (a)	Lado (b)				
1C	19/04/2017	26/04/2017	7	30,5	15	12082	197,21	11,6	118,29
2C	19/04/2017	26/04/2017	7	30,5	15	12574	186,27	10,54	107,48
5C	19/04/2017	03/05/2017	14	30,5	15	11900	230,67	13,05	133,07
6C	19/04/2017	03/05/2017	14	30,5	15	12387	269,24	15,24	155,40
9C	19/04/2017	17/05/2017	28	31	15	12197	331,501	18,759	191,29
10C	19/04/2017	17/05/2017	28	30,5	15	12575	295,866	16,743	170,73



Arq. José Romero M.
MAESTRANTE



ANEXO 10

NORMAS INTERNACIONALES

1. **Norma ASTM C39** (*Resistencia a la compresión de cilindros de concreto*).
2. **Norma ASTM C496** (*Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción de cilindros de concreto*).
3. **Norma ASTM C78** (*Resistencia a la Flexión de vigas de concreto (carga a los tercios)*).
4. **Norma ASTM C469** (*Módulo de elasticidad y relación de Poisson en cilindros de concreto*).
5. **Norma ASTM C 1116** (*Especificación estándar para hormigón reforzado con fibra y hormigón proyectado*).
6. **Norma ASTM D7357-07(2012)** (*Especificación estándar para fibras de celulosa para hormigón reforzado con fibra*).
7. **Norma ASTM C1666** (*Especificación estándar para fibra de vidrio resistente a los álcalis (AR) para hormigón reforzado con fibra de vidrio y cemento*).
8. **Norma Española UNE-EN 933-1:1998**. (*Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado*).
- **Norma española UNE-EN 14889-2:2008** (*Fibras para hormigón. Fibras poliméricas, definiciones, especificaciones y conformidad*).
- **Norma española UNE-EN 83510:2004** (*Hormigones con fibras. Determinación del índice de tenacidad y resistencia a primera fisura*).
- **Norma ACI 544** (*Informe sobre las propiedades físicas y la durabilidad del hormigón armado con fibras*).
- **Norma ACI C211** (*Recomendaciones para agregados de un hormigón*).
- **UNE EN 1169: 2000** “Productos prefabricados de hormigón. Reglas generales para el control de producción en fábrica de hormigón armado de fibra de vidrio”.
- **UNE EN 14649: 2006** “Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para la determinación de la resistencia remanente de las fibras de vidrio en el cemento y el hormigón (ensayo SIC).”
- **UNE EN 1170:1998 (8 partes)** Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Se distinguen:
 - Parte 1: **UNE EN 1170-1:1998**: “Medida de la consistencia de la matriz, método denominado “por exposición”.
 - Parte 2: **UNE EN 1170-2:1998**: “Medida del contenido en fibra del GRC fresco, método denominado “separación por lavado”
 - Parte 3: **UNE EN 1170-3:1998**: “Medida del contenido en fibra del GR proyectado”.
 - Parte 4: **UNE EN 1170-4:1998**: “Medida de la resistencia a flexión, método “ensayo simplificado a flexión”.
 - Parte 5: **UNE EN 1170-5:1998**: “Medida de la resistencia a flexión, método denominado “ensayo completo a flexión”.
 - Parte 6: **UNE EN 1170-6:1998**: “Determinación de la absorción de agua por inmersión y determinación de la densidad seca”.



Parte 7: **UNE EN 1170-7:1998**: Medida de las variaciones dimensionales extremas en función del contenido de humedad”.

Parte 8: **UNE EN 1170-8:1998**:”Modelo de ensayo de ciclos ambientales”.

NORMAS NACIONALES

- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1573:2010** (*Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554:2011** (*Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la flexión del hormigón. (Utilizando una viga simple con carga en los tercios).*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1855-1:2015** (*Hormigones. Hormigón premezclado. Requisitos*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 872** (*Requisitos de los áridos para hormigón*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 873:2017** (*Arena normalizada. Requisitos*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 152:2012** (*Cemento portland. Requisitos*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 490:2011** (*Cementos hidráulicos compuestos. Requisitos*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108:2014** (*Agua potable. Requisitos*).
- **Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2874:2015** (*Hormigón reforzado con fibra, requisitos y métodos de ensayo*).