

**ESTADO DEL ARTE DE LA INCIDENCIA DE LOS POLÍMEROS EN EL DISEÑO
DE MEZCLA DEL CONCRETO. ESTUDIO A NIVEL MUNDIAL**

**ISMAEL ANTONIO CERÓN CUEVAS
CARLOS URIEL MILAGUY GIL**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2014**

**ESTADO DEL ARTE DE LA INCIDENCIA DE LOS POLÍMEROS EN EL DISEÑO
DE MEZCLA DEL CONCRETO. ESTUDIO A NIVEL MUNDIAL**

**ISMAEL ANTONIO CERÓN CUEVAS
CARLOS URIEL MILAGUY GIL**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
MARISOL NEMOCÓN RUIZ
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2014**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Director de Investigación
Ing. Marisol Nemocón Ruiz

Asesor Metodológico
Ing. Saieth Baudilio Chávez

Jurado

Bogotá D.C., junio de 2014

Dios gracias por todo, eres la fuente de todo lo imaginable y el hecho de lograr culminar una etapa de mi vida e iniciar otra en lo profesional y en lo personal, eres el tesoro que uno tiene para forjar mejores cosas para mi familia y mi país.

A mi madre que me anima y apoya, la cual también sabe los sacrificios, esto es parte de algo que me enseñaste y tú misma fortaleza me impulso a seguir y hoy lograrlo. Gracias.

Ismael

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Dios: Él como nuestro creador nos tiene en este camino y luchando nos formó, guió, sostuvo para lograr esta meta.

A mi madre y hermana que siempre han estado cuando se acaban las energías están ahí dando una nueva fuerza para lograr esta meta.

Ing. Marisol Nemocón que por su profesionalismo, pasión y formación nos ha guiado y enfocado para poder cumplir con el fin del proyecto.

A todos los que incondicionalmente han estado y los que ya no están pero por sus consejos estamos cumpliendo con una meta más.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. REVISIÓN A TENDENCIAS DEL MUNDO, EN LA COMPOSICIÓN DE NUEVOS MATERIALES	14
2.1 NORTEAMÉRICA	14
2.1.1 Estados Unidos	15
2.1.2 Canadá	15
2.1.2.1 Actividades de investigación en Canadá	15
2.1.2.2 Tecnologías para materiales de concreto y estructuras	16
2.1.3 México	18
2.2 LATINOAMÉRICA	18
2.2.1 Brasil	18
2.2.2 Venezuela	18
2.3 EUROPA	20
2.3.1 Singapur	20
2.3.2 Francia	21
2.3.3 España	21
3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	46
5. CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51

LISTA DE TABLAS

		pág.
Tabla 1.	Influence of Polycarboxylate ether polymers (PCE) on bustainabilty in concrete production	26
Tabla 2.	Concreto polimerico reforzado con fibras de luffa	26
Tabla 3.	Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estado plástico y endurecido	27
Tabla 4.	La múltiple identidad del concreto	28
Tabla 5.	Concreto polimérico reforzado con fibra de la radiación gama	29
Tabla 6.	Diseño de hormigones y morteros ligeros de alta resistencia empleando zeolitas naturales sin pre saturación	30
Tabla 7.	Hormigones de polímero vinculación con hormigones tradicionales	30
Tabla 8.	Estudio experimental y modelo teórico del hormigón confinado lateralmente con polímeros reforzados con fibras	31
Tabla 9.	Cemento geo polímero hormigón armado de acero de fibras	32
Tabla 10.	Influencia de adiciones de copo limerio fibras sintéticas en propiedades de pasta de cemento	33
Tabla 11.	Diseño de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) cemento	34
Tabla 12.	Investigación exploratoria respecto del efecto de la incorporación de polímeros acrílicos, compatibles con los álcalis del cemento en la masa de hormigones de cemento	35
Tabla 13.	Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas	35
Tabla 14.	Influence of polymers on concrete damping properties	36
Tabla 15.	Estudio de hormigones y morteros con agregados de plástico reciclado con árido y carga en la mezcla	37
Tabla 16.	Estudio de las materias primas de carácter polimerico para su aplicación al hormigón traslúcido	38
Tabla 17.	Hormigón de ultra alta resistencia con resinas acrílicas	38
Tabla 18.	Los hormigones con polímeros en la construcción propiedades y aplicaciones	39
Tabla 19.	Mix design mechanical, properties and impact resistance of reactive powder concrete	40
Tabla 20.	Investigations and study on the effect of ar glass polymer fibres	41
Tabla 21.	Flexural, impact and thermal properties of polymer modified concrete	42
Tabla 22.	Refuerzo a cortante de ménsulas con polímeros reforzados con fibra de carbono	43
Tabla 23.	Características mecánicas investigación de hormigón polímero uso diseño mezcla de experimentos y de superficie	44
Tabla 24.	Polímeros naturales	46

	pág.
Tabla 25. Polímeros semi sintéticos	46
Tabla 26. Polímeros sintéticos	46

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Recopilación de información	25
Figura 2. Características polímeros	25
Figura 3. Distribución polímeros	48
Figura 4. Resistencia compresión	49
Figura 5. Resistencia a tension	49

GLOSARIO

CONCRETO: se define como una mezcla de cemento, grava, arena y agua, después de su fraguado o secado es, compacto y resistente especialmente fuerzas de compresión.

DURABILIDAD: el ACI 2011 define la durabilidad del concreto hecho con cemento hidráulico como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. Y determina que el concreto durable debe mantener su forma original, calidad y características de servicio cuando es expuesto a este ambiente.¹

PATOLOGÍA: se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. En resumen se entiende por Patología a aquella parte de la Durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto.²

POLÍMEROS: son materiales de origen tanto natural como sintético, formados por moléculas de gran tamaño, conocidas como macromoléculas. Polímeros de origen natural son, por ejemplo, la celulosa, el caucho natural y las proteínas. Los poliésteres, poliamidas, poli acrilatos, poliuretanos,..etc, son familias o grupos de polímeros sintéticos con una composición química similar dentro de cada grupo. Macromolécula y polímero son términos equivalentes, el primero se utiliza para referirnos a propiedades relativas a la escala molecular mientras que el segundo se emplea más para referirnos al material y sus propiedades macroscópicas.³

TIPOS DE POLÍMEROS SEGÚN SU ORIGEN: Existen tres clases de polímeros, los naturales como, el almidón, caucho natural, la celulosa, la seda y el ADN, los sintéticos como, el nailon, el polietileno y la baquelita y, los polímeros semi-sintéticos, que se obtienen por transformación de polímeros naturales, por ejemplo, la nitrocelulosa, el caucho vulcanizado, etc.

¹ INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO. Concreto durable: el inicio del cambio. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.imcyc.com/revista/2000/feb2000/durable.html>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

² CASTAÑÓN, José Martín y HUERTA CHARLES, Humberto Javier Conceptos fundamentales. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://clubensayos.com/M%C3%BAsica-Y-Cine/Rock/1212188.html>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

³ UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DE ESPAÑA. Definiciones. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.uned.es/quim-5-macromoleculas/conceptos/definiciones.htm>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

INTRODUCCIÓN

Se indagó, recopiló y analizó información a nivel mundial sobre la incidencia que tienen los polímeros al ser aplicados en la mezcla del concreto.

La documentación encontrada de estudios realizados en la incidencia de polímeros en el concreto arroja diversos puntos de vista, los cuales genera preguntas para sus aplicaciones, reafirmando así la calidad del concreto y un gran avance adicionando polímeros a la mezcla.

Las investigaciones consultadas realizaron ensayos para encontrar la mejor y más adecuada manera de perfeccionar las propiedades mecánicas y características del concreto para así aumentar la resistencia a compresión y tensión, mejorar la consistencia, homogeneidad, dureza, colocación, manejabilidad, durabilidad, humedad, etc.

Estas diversas propiedades generan análisis escalonados, y surge a estos interrogantes, la aplicación de los polímeros tanto naturales como sintéticos de una manera constante a una mezcla de concreto.

Los polímeros se han trabajado, estudiado y ensayado, por eso este documento muestra algunos avances en las investigaciones a nivel mundial, sobre el uso de polímeros en el concreto.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Recopilar y analizar la información a nivel mundial, sobre las investigaciones de los polímeros y su incidencia en el concreto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar un cuadro resumen de las investigaciones realizadas sobre el uso del polímero como adición a la mezcla de concreto, en universidades, institutos y empresas reconocidas a nivel mundial.
- Analizar las investigaciones consultadas, evidenciando los efectos (ventajas y desventajas) de los polímeros al ser utilizados en la mejora de la calidad del concreto.

2. REVISIÓN A TENDENCIAS DEL MUNDO, EN LA COMPOSICIÓN DE NUEVOS MATERIALES

2.1 NORTEAMÉRICA

2.1.1 Estados Unidos. Las principales tendencias de en el caso de EE.UU. se enfocan hacia un futuro sostenible: envolventes de energía positiva, edificaciones adaptables, asequibles económicamente, ambientalmente sanas y confortables, inteligentes y durables.

- **Adaptables:** espacios que pueden convertirse fácilmente de un uso a otro; componentes modulares que permiten paredes movibles; posibilidades de crecer según las necesidades de los ocupantes; componentes que se pueden adaptar al uso futuro de tecnologías innovadoras; adaptación a los cambios de la edad sin mudarse de casa ("Aging-in-place").
- **Asequibles:** en términos de costo inicial, mantenimiento, costo durante el ciclo de vida, y valor de reventa.
- **Durables:** más duraderos y resistentes a los riesgos naturales, mayor seguridad y menos mantenimiento.
- **Energía positiva:** minimiza las cargas de calentamiento, enfriamiento e iluminación a través de diseños integrados; utiliza fuentes no contaminantes de energía; retorno del excedente de electricidad a la red de distribución. Reducción de costos y de emisión de gases de invernadero.
- **Ambiental:** eficiencia del uso de recursos; inocuo para el ambiente exterior; balance apropiado entre energía almacenada (en los procesos y productos) y durabilidad.
- **Saludable y confortable:** mejoramiento de la calidad y flujo del aire, ventilación natural e iluminación; protección contra el fuego, la humedad, los productos químicos y el radón; reducción de contaminación sónica; ofrece confort visual y térmico.
- **Inteligente:** esta característica incrementará la asequibilidad, adaptabilidad, durabilidad, eficiencia de energía, armonía con el ambiente, e impacto positivo sobre la salud, de la envolvente de la edificación.

Las principales áreas de investigación y desarrollo:

- Materiales
- Materiales mezclados avanzados

Desarrollar sustitutos mezclados innovadores para la reducción del peso y mejor aislamiento térmico del hormigón vaciado en sitio o pre vaciado.⁴

2.1.2 Canadá. En años recientes, el apoyo del gobierno a la investigación e innovación de la industria de la construcción canadienses, a menudo considerada al nivel más bajo de la escala tecnológica, se ha reducido y opacada por el apoyo al nuevo sector de la economía de industrias de “alta tecnología”. La continuación de esta tendencia a la baja tendrá un impacto perjudicial para el desarrollo económico de Canadá y está fuera de sincronía con las metas y objetivos propuestos por el Gobierno de Canadá para el logro de la excelencia en todos los sectores.

2.1.2.1 Actividades de investigación en Canadá. Existe un claro nexo entre las metas de la industria de la construcción y la Agenda de Innovación del Gobierno de Canadá. Cada uno reconoce el vínculo entre Conocimiento y aprendizaje como parte de los nuevos fundamentos del desarrollo económico y de la prosperidad. El contundente mensaje gubernamental es ascender sustancialmente en el ranking internacional en la próxima década. Los objetivos de la industria de la construcción son primordialmente optimizar el rendimiento de esta industria en cuanto a productividad, eficiencia y competitividad

2.1.2.2 Tecnologías para materiales de concreto y estructuras.

- Espacio interior: Programa que integra las competencias experimental, analítica y modelaje en cuanto a alumbrado, ventilación, calidad de aire interior, confort térmico, eficiencia energética y psicología ambiental Estudios sobre incendios: Programa que investiga sobre los aspectos críticos de la seguridad en incendios de Canadá y proporciona un vínculo objetivo y eficiente entre la de las Codificaciones y los lineamientos.

Algunos tópicos más específicos de la investigación actual y planificada incluyen los siguientes: propiedades mecánicas del cemento portland (simple y reforzado con fibra); mecanismos de daño del cemento portland bajo condiciones estáticas y dinámicas, permeabilidad del cemento portland, hormigón (procesos húmedos y secos); mecánica y modelaje del rebote; encogimiento, agrietamiento y durabilidad; fractura y deformación de la madera; uso de compuestos plásticos reforzados con fibra para las nuevas construcciones y reparaciones y uso de materiales reciclados en concreto. Métodos de estimación de losas de concreto para pisos y uso optimizado de materiales nuevos y subutilizados.⁵

⁴ SOSA G. [et al]. Diagnóstico de las tendencias de investigación y desarrollo en el área de tecnologías de construcción de edificaciones. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/4124>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

⁵ Ibid.

2.1.3 México.

- Empresas líderes y Universidades en el proceso de concreto de alta tecnología.
- Centro de Tecnología Cemento y Concreto.

CEMEX creó el Centro de Tecnología Cemento y Concreto, ubicado en la Ciudad de México. Ahí ofrecemos respaldo a todo el país con estudios e investigaciones especializadas dirigidas a evaluar minuciosamente el comportamiento del clima, los suelos y todo material que intervenga en la construcción. Al mismo tiempo diagnosticamos y proponemos la solución a mejores alternativas actuales y futuras de cada uno de los proyectos.

Este Centro no sólo ha contribuido al desarrollo de productos de gran calidad, sino que ha realizado investigaciones y pruebas experimentales para lanzar a los mercados **concretos** especiales que respondan a necesidades específicas. Con ello contribuimos al desarrollo de la industria de la construcción en México y Latinoamérica.

En el CTCC se realizan un gran número de iniciativas que promueven la sustentabilidad. Entre ellas con el objetivo de promover las construcciones sustentables, asesoramos a los clientes interesados en obtener la certificación LEED en sus edificios, identificando posibles puntos en los que la utilización de nuestros concretos especiales pueden contribuir a obtener tan importante certificación.

Centro de Tecnología Cemento y Concreto ofrece los siguientes servicios:

- Tecnología del Concreto. Te podemos asesorar para que construyas más rápido y con más calidad los elementos estructurales y arquitectónicos que tu obra requiere utilizando elementos sustentables. En nuestros desarrollos aplicamos pruebas físicas con base en técnicas, equipos y procedimientos de alta especialización que representan un avance en la forma de construir obras de concreto.
- Análisis Tecnológico. Valoramos los bancos de material potenciales para la producción de agregados para concreto, en la cual se validan las características individuales de cada materia prima disponible, y se estiman en forma tangible las reservas del sitio.

También elaboramos los siguientes análisis para la producción de Concreto:

- Análisis petrográficos de agregados para concreto.

- Análisis petrográficos de rocas para la producción de agregados.
- Análisis petrográficos de concreto endurecido.
- Determinación del contenido de aire del concreto en estado endurecido.

- Desarrollo Tecnológico. Para asegurar la calidad del concreto y la durabilidad del mismo, es importante conocer las características fisicoquímicas de los diferentes componentes utilizados en su elaboración. Aquí se evalúa las condiciones que inciden en la patología de las estructuras de concreto, a fin de evitar reacciones químicas que lo afecten. Se elaboran los siguientes análisis:
 - Análisis físico-químico de muestras de agua.
 - Análisis químico de muestras de suelo.
 - Pruebas de reactividad método químico.

- Ingeniería Estructural. Desarrollamos investigaciones de tipo analítico y experimental en materiales, elementos estructurales y sistemas constructivos de concreto. Los estudios se orientan al desarrollo y evaluación de concretos de alto comportamiento, nuevas tecnologías constructivas y reforzamiento, reparación y reestructuración de estructuras existentes. Con argumentos sólidamente soportados, se resaltan las ventajas que tiene el uso del concreto en las estructuras, comparado con el acero. Podemos apoyar en elaboración de anteproyectos estructurales (ingeniería de detalle), evaluación de estructuras existentes y proyectos de reforzamiento de estructuras con deficiencias de calidad en materiales.

- Durabilidad en el Concreto. Dada la importancia de la durabilidad en el concreto, se ha creado un área específica de investigación que atiende en forma particular todos aquellos aspectos relacionados con este tema. En este sitio se determina y evalúa el desempeño de los concretos en relación con propiedades tales como Resistencia al ataque químico, Control sobre la corrosión, Predicción de vida útil, Nivel de permeabilidad y Resistencia a la abrasión. En esta área se realizan también los siguientes servicios:
 - Pruebas de permeabilidad al agua.
 - Análisis de las estructuras por ataque de sulfatos.
 - Análisis de las estructuras por ataque químico.
 - Difusión de cloruros.⁶

⁶ CEMEX MEXICO. Centro de tecnología Cemento y Concreto. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cemexmexico.com/DesarrolloSustentables/CentroDeTecnologia.aspx>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

2.2 LATINOAMÉRICA

Los requerimientos de investigación más explícitos los encontramos en los países de Brasil, Argentina, Chile y Venezuela.

2.2.1 Brasil. En la actualidad, en Brasil se puede decir que las universidades y los institutos de investigación ya han producido suficiente conocimiento, no solo en sistemas y procesos de construcción sustentable, sino también estrategias para la su implantación, considerando los aspectos sociales, económicos, históricos y culturales de las localidades donde serán implantados. Además del soporte técnico necesario para sistematizarlos, analizarlos y proponer soluciones, las universidades cuentan con un potencial humano para aconsejar e implementar los proyectos de desarrollo local y satisfacer las demandas específicas de las asociaciones civiles. En vista del tamaño de los problemas y de la falta de soluciones pre-eminentes, existe una imperiosa necesidad de implementar soluciones ya desarrolladas, involucrando a las autoridades públicas, la empresa privada y la población. Satisfacer las necesidades de las generaciones futuras solo tiene sentido si las necesidades de aquellos que están marginados en la actualidad, también se satisfacen, considerando el concepto de desarrollo sustentable según lo definió el Brundtland Report.

Además de la urgencia para la implementación de soluciones conocidas, las universidades e institutos de investigación requieren intensificar las actividades e investigaciones en:

- Análisis y sistematización de experiencias de construcciones exitosas, con el fin de establecer enfoques y parámetros para el avalúo de nuevos programas.
- Desarrollo de tecnologías de construcción sostenibles adaptadas a procesos de producción basados en la participación de las comunidades.
- Desarrollo de materiales de construcción eco-amigables, es decir aquellos que causan menos contaminación y consumen menos energía durante su ciclo de vida.
- Mejoramiento de la calidad de aire interior.
- Mejoramiento de la calidad de productos y procesos de construcción.
- Reciclaje de materiales de construcción, desechos de la construcción y todo tipo de residuos urbanos.
- Producción de biomasa en condiciones ecológica, social y económicamente sostenible, en oposición al consumo de energía fósil no-renovable.
- Desarrollo de manuales y guías, así como la organización de seminarios y cursos para la difusión del conocimiento producido, tanto para la población de bajos recursos como para los profesionales y técnicos del sector construcción.

2.2.2 Venezuela. En Venezuela, el presupuesto destinado a las actividades de es muy bajo, representa solo el el 0,31% del PIB y la mayoría de los recursos

disponibles para financiar las actividades de en las universidades son suministrados por el FONACIT [67]. La mayor parte de la actividad de investigación y desarrollo se lleva a cabo dentro de las universidades nacionales del país las cuales ejecutan aproximadamente el 80% de las actividades de investigación en todas las áreas del conocimiento. En el sector de tecnologías de construcción esta actividad se desarrolla totalmente dentro de las universidades; en este sentido el aporte del sector privado es prácticamente nulo excepto en uno que otro apoyo financiero aislado para algunos proyectos específicos. Esto aunado a la falta de políticas de por parte de las universidades da como resultado que la mayoría de los investigadores universitarios mantienen agendas individuales en proyectos aislados, muchas veces alejados de las necesidades y prioridades nacionales.

Las universidades, por lo general, mantienen escasos vínculos con el sector productivo del país, y el sector empresarial nacional valora muy poco las actividades de y los servicios ofrecidos por dichas instituciones gozan de poca credibilidad y demanda. Sin embargo, las universidades han realizado algunas iniciativas y esfuerzos dirigidos a la creación de programas que vinculen a la universidad con el sector industrial del país y en este sentido se han conformado empresas universitarias, así como parques tecnológicos y unidades de transferencia tecnológica.

Para obtener la información relacionada con las áreas de en tecnologías de construcción de edificaciones se diseñó una encuesta con la finalidad de obtener la información de manera directa de los investigadores e instituciones involucradas en dicha actividad (Anexo B). Dicha encuesta fue enviada a todos los institutos y grupos de investigación que se desempeñan a nivel nacional, como son: Instituto Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, Grupo de Investigación Arquitectura y Sociedad. (GIAS) en la Universidad Nacional Experimental del Táchira, el Instituto de Investigaciones de la facultad de Arquitectura Universidad del Zulia, Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Universidad Central de Venezuela, Coordinación de Estudios Urbanos de la Universidad Simón Bolívar. Del 286 análisis de las encuestas recibidas se pueden mencionar las siguientes áreas de investigación y desarrollo en el área de tecnologías de construcción de edificaciones en el país:

Requerimientos de habitabilidad, específicamente en las áreas de :

- Ecogestion: Eficiencia energética, gestión de agua, manejo de desechos, conservación y mantenimiento,
- Eco construcción: Relaciona armoniosa con el ambiente, elección de productos y procedimientos integrados, bajo impacto de la obre sobre el sitio.
- Salud: Condiciones sanitarias, calidad de aire interior, calidad del agua

- Confort: térmico, acústico, visual y olfativo.
- Economía de la construcción: Estimación de costos de proyectos, diseño y construcción, vivienda de interés social, estudios de indicadores de sostenibilidad y calidad ambiental, organizaciones civiles comunales de vivienda, análisis del ciclo de vida y materiales de construcción, historia de la arquitectura, planificación urbana.
- Desarrollo tecnológico: Materiales, elementos y sistemas constructivos, caracterización y comportamiento de materiales,
- Otras áreas de investigación: Ingeniería estructural, sensores y monitoreo no destructivo, normativas y regulaciones ambientales, tecnologías de información y difusión del saber y diseño de software, energías alternativas, mitigación de riesgos y currículo, climatología, análisis de riesgos y confiabilidad.

Algunas conclusiones obtenidas del análisis de la información en este capítulo se encuentran: todos los países están dedicados a investigar aspectos relacionados con el uso eficiente de la energía tanto en el proceso de construcción de edificaciones así como en el diseño y uso de tecnologías que presenten el menor consumo de energía. Otra área importante, es el rehusó de materiales de construcción con la finalidad de disminuir los desechos industriales productos del proceso de construcción de edificaciones y así contribuir con un proceso de construcción sostenible.⁷

2.3 EUROPA

Son tendencias generales de investigación y desarrollo:

2.3.1 Singapur. Para desarrollar nuevos conocimientos y tecnologías para aplicaciones y desarrollo comerciales:

- Desempeño de la edificación: incluyendo “edificabilidad” y “constructibilidad”; innovaciones en procura; gestión de la información tecnológica; procesos de post-ocupación; optimización de costo y tiempo de proyecto; complejidad y no-linealidad en los procesos de proyectos; modelaje económico del desempeño de proyectos; desempeño real a corto y largo plazo de edificaciones e infraestructura bajo diferentes tipos de cargas: ciclones, tormentas, terremotos, explosiones químicas y ataques con bombas y aviones.

⁷ SOSA G. [et al]. Op. Cit.

- Edificaciones sostenibles: implementación de criterios de eco diseño desde el diseño conceptual hasta la comercialización, desarrollo de conocimientos nuevos para apoyar el diseño y gerencia de productos y edificaciones sostenibles.

2.3.2 Francia. Tendencias con relación a los componentes y técnicas constructivas.

- El producto fabricado “in situ” a partir de materias amorfas está prácticamente erradicado de la práctica constructiva.
- Componentes constructivos cada vez más especializados específicos para usos bien determinados.
- Componentes conformados por materiales altamente especializados con el objeto de economizar materias primas y optimizar sus prestaciones técnicas. Multifuncionales: aislamiento térmico y acústico, resistencia, impermeabilización, resistencia al fuego, etc.

2.3.3 España. Tendencias generales de investigación y desarrollo.

De acuerdo con el Programa Nacional de la Construcción desarrollado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología de España; las principales tendencias de investigación y desarrollo en el sector de la construcción para el caso de España son fundamentalmente las siguientes:

- Construcción sostenible. El desarrollo sostenible se ha definido como aquel que satisface las necesidades de la actual generación sin poner en peligro las oportunidades de las generaciones futuras de satisfacción las suyas. El concepto incluye no solo al medio ambiente sino también a los intereses sociales y económicos. Estos intereses deben combinarse y compatibilizarse a todos los niveles.

Como consecuencia de lo anterior, la construcción sostenible se orienta hacia una reducción de los impactos medioambientales causados, por un lado, por los procesos genéricos de la construcción, uso y de construcción de las edificaciones e infraestructuras, y por otro, en relación con el ambiente y entorno implicados. Asimismo busca una adecuada interacción con el usuario y sus necesidades presentes y futuras.

De igual modo son fundamentales el uso eficaz del terreno, la adaptación a las necesidades de los usuarios, incluyendo los discapacitados y las personas mayores y la creación de un ambiente saludable en lo construido.

Los procesos de construcción y el uso de los materiales deben ser consecuentes con una utilización eficiente de la energía y con una minimización de los residuos. Asimismo, estos materiales y productos deben ser renovables, desmontables y reutilizables e integrar los residuos como materia prima secundaria base del reciclaje.

- Materiales y productos para la construcción. El desarrollo de materiales y productos (incluyendo los de sistemas prefabricados) de altas prestaciones para la construcción (por ejemplo resistencia, durabilidad, eficiencia y seguridad) es un campo esencial para garantizar el cumplimiento satisfactorio de los requisitos precisos para alcanzar una construcción sostenible.

Cabe señalar la importancia de apoyar las innovaciones incrementales y evolutivas en el desarrollo de productos como una manera efectiva y eficaz de avanzar en la mejora de prestaciones y calidades, sin tener que pasar necesariamente por innovaciones radicales. Además, este sector puede hacer uso con gran éxito de este tipo de actuaciones, al igual que de aquellos trabajos derivados de nuevos usos sobre materiales tradicionales.

La industrialización de la construcción, mediante la incorporación de todo tipo de elementos producidos en fábricas en condiciones estables (prefabricados, productos de acabado final, etc.), sistematiza los procesos constructivos reduciendo la variabilidad del proceso y consiguiendo mejores prestaciones.

Es preciso realizar acciones en su diseño, caracterización mediante ensayos, mejoras en los sistemas de producción, control y transporte; la investigación pre-normativa y el desarrollo de herramientas que faciliten su prescripción, recepción e incorporación a las obras, deben incrementar la seguridad y fiabilidad de las mismas.

Otro aspecto importante es la valorización de subproductos y reutilización de materias primas secundarias procedentes de diferentes actividades industriales, incluida la construcción, de forma que puedan ser utilizados de manera eficiente en la fabricación de materiales y productos para la construcción.

Finalmente, es preciso tener un mejor conocimiento del análisis del ciclo de vida de los materiales y productos de construcción.

- Tecnologías, sistemas y procesos constructivos. El desarrollo de tecnologías, sistemas y procesos constructivos más innovadores y competitivos permitirá garantizar mayores niveles de calidad y seguridad exigibles en la construcción, así como la mejora de la competitividad general del sector a través de su modernización y tecnificación. En este sentido, la industrialización de la construcción racionaliza los procesos constructivos, reduce sus tiempos de

ejecución, los riesgos laborales, el impacto medioambiental y los recursos necesarios.

Se precisan actuaciones en diseño, mejora de prestaciones, experimentación para verificación y optimización, mejoras en sistemas de producción, control y transporte, desarrollo de elementos auxiliares, instrucciones de manejo y colocación, mejora de la salud laboral, etc.

Ante requerimientos singulares se precisan acciones especiales de diseño y validación experimental, incluso mediante la construcción de prototipos, de forma que se simplifiquen los procesos constructivos, también, en estos casos.

- Sistemas de evaluación y gestión en la construcción. Las nuevas posibilidades tecnológicas permiten, y los requerimientos sociales así lo exigen, a contemplar el hecho constructivo en su ciclo completo, desde su concepción hasta su de construcción, considerándolo como un proceso de integración de sistemas pasivos y activos, permanentes y temporales, aportados por una multitud de agentes que intervienen 272 en cada una de las fases del ciclo, sobrepasando la focalización mantenida hasta ahora en aspectos parciales del proceso constructivo.

- Los componentes constructivos tienden a ser más “ecológicos” en los materiales que los constituyen, en sus procesos productivos, en su empleo así como en sus ciclos de vidas útiles.

- Se destaca una marcada e irreversible tendencia a la producción de los productos constructivos en la industria. Con ello, se busca controlar con precisión el proceso de fabricación, la calidad y los costos de producción.

- Se evidencia la tendencia irreversible de simplificación de la puesta en obra y acortamiento de los plazos de construcción como estrategia para reducir costos.

- La fabricación “a la medida” de los productos es una tendencia creciente debido principalmente a la automatización.

- Búsqueda de un correcta relación calidad/costo de producción/precio de venta.⁸

⁸ Ibid.

3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La pregunta base de este análisis de la investigación: ¿Por qué es necesario entender la aplicación de los polímeros en el concreto?, ¿Qué aporte tienen las universidades sobre investigación de la Patología del concreto y la incidencia de los polímeros? Para resolver este interrogante que es el eje central de este documento se recopilaron investigaciones a nivel mundial sobre la incidencia de

La expectativa en recopilar la diversidad de información y la búsqueda es amplia y compleja el lenguaje es un reto y esto nos hace ver para aprender y comprender el tema reactiva altamente nuestra ganas de forjar un documento fehaciente y claro para un futuro este sirva en la ejecución de una partida a la futura investigación.

- ¿Porque es necesario entender la aplicación de los polímeros en el concreto? Para entender la inclusión de los polímeros en el concreto se recopiló información de las diferentes investigaciones hechas por el mundo, hay diversas investigaciones las cuales tomamos por Norteamérica, Latinoamérica, Europa y Asia.

Los materiales escogidos para las investigaciones por el mundo arrojan una diversidad de los cuales por su naturaleza y su diversidad se hacen ensayos en la fabricación del concreto, con esto se busca suplir con este insumo natural asegurando las garantías de calidad al ser parte de una mezcla, y a su vez es aprovechar este medio, claro está que debe ser aplicado y manejado sin perjudicar el medio ambiente y su hábitat.

Otros materiales son los sintéticos los cuales su especie, forma y dureza tienen un proceso industrial lo cual su fin es más específico y según los estudios e investigaciones su composición con materiales al producir un concreto generan una mayor seguridad para su aplicabilidad y mejora constructiva a la meta de la ejecución del proyecto a realizar; sus estándares es superior y propiedades a una mezcla concreta la cual se tiene como guía estándar.

Su utilización para la aplicación genera perspectivas amplias y diversas lo cual hace una fusión homogénea dando a la mezcla formas de aplicar, sostener, mejorar y a su vez responder a una calidad generando un impulso para que en un futuro estas sean de mayor solución.

Según lo anterior el mundo y su evolución rompe con una búsqueda de tener más y mayor poder de exigencia en lograr formar concreto 100% en todo.

Figura 1. Recopilación de información.



Fuente: Autor.

La búsqueda científica para la diversidad de polímeros usados da forma a unas mezclas homogéneas lo cual garantiza, una mayor identidad según parámetros estándares a la receta tradicional del concreto.

Según su característica los polímeros se forman de la siguiente manera:

Figura 2. Características polímeros.



Fuente: INSTITUTO DEL CONCRETO. Usos y aplicaciones de las fibras en el concreto Colombia. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.asocreto.org.co>>. [Citado: 5 junio de 2014].

Las próximas tablas relacionan a los Estados Unidos:

Tabla 1. Influence of Polycarboxylate ether polymers (PCE) on sustainability in concrete production.

TÍTULO	INFLUENCE OF POLYCARBOXYLATE ETHER POLYMERS (PCE) ON SUSTAINABILITY IN CONCRETE PRODUCTION	
AUTORES	DOMINIK OETIKER, M.S, KETAN SOMPURA, PH.D	
INSTITUCION	UNIVERSIDAD DE CLEMSON , CAROLINA DEL SUR.	
DIRECTOR	DR. SOMPURA ES UN MIEMBRO ACTIVO DE VARIOS COMITÉS A ACI Y ASTM. RECIBIÓ SU M.S Y PH.D	
PAIS Y FECHA	ESTADOS UNIDOS - ACI- SPRING CONVENTION, DALLAS, MARCH 20TH, 2012	
REFERENCIA	http://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Webinars/Sompura.pdf	07 MAYO 2014
	OBJECTIVE	CONCLUSION
	<ul style="list-style-type: none"> □ This presentation examines how PCE polymers influence the environmental footprint of concrete at different stages of production process. □ Effects of PCE polymers in Concrete Production and Cement Grinding were analyzed. □ Life Cycle Assessment (LCA) techniques were used to assess impacts associated with the use of PCE polymers. 	<ul style="list-style-type: none"> □ PCE polymer based products offers different opportunities to improve the environmental footprint of concrete at all stages of concrete production. □ Based on the LCA calculations, PCE polymers allow for overall environmental improvement in cement grinding and concrete mix design. ▲ New developments drive the need for PCE polymers <ul style="list-style-type: none"> - Ultra High Performance Concrete - Blended cements - Recycled aggregates - High SCM replacement levels in cement & concrete

Fuente: SOMPURA, Ketan; OETIKER, Dominik. Influence of Polycarboxylate Ether Polymers (PCE) on Sustainability in Concrete Production, ACI- Spring Convention. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Webinars/Sompura.pdf> >. [Citado: 14 de mayo de 2014].

Tabla 2. Concreto polimerico reforzado con fibras de Luffa.

TÍTULO	CONCRETO POLIMÉRICO REFORZADO CON FIBRAS DE LUFFA	
AUTORES	GONZALO MARTINEZ BARRERA, MIGUEL MARTINEZ LOPEZ, ELISA MARTINEZ CRUZ.	
INSTITUCION	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO	
DIRECTOR	FACULTAD	
PAIS Y FECHA	MÉXICO – 2013	
REFERENCIA	http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642013000400008&script=sci_arttext	27 ABRIL 2014
RESUMEN		CONCLUSIONES
<p>Se elaboró un tipo de concreto polimérico añadiendo fibras de luffa con el fin de mejorar el la resistencia a la compresión y a la flexión, así como el grado de elasticidad. Se prepararon probetas de concreto polimérico con 30% en volumen de resina poliéster y el 70% restante con arena sílice y diversas concentraciones de fibras de luffa (0.3, 0.6 y 0.9% en volumen), así como probetas testigo sin fibra. Las probetas testigo, sin fibra, fueron sometidas a radiación gamma. La evaluación de la resistencia mecánica a la compresión y a la flexión de las probetas de concreto polimérico se realizó en una maquina universal de pruebas mientras que el módulo de elasticidad dinámico se determinó con un equipo de ultrasonido. Una vez efectuado las pruebas mecánicas a los concretos, se analizaron regiones de las fibras de luffa en un microscopio electrónico de barrido. Los resultados muestran disminución en los valores de la resistencia a compresión y la flexión y la elasticidad para las probetas con fibras. Las propiedades mejoraron para las probetas irradiadas.</p>		<p>Con base en los resultados se concluye que las propiedades mecánicas dependen tanto de la concentración de fibra de luffa como de la dosis de radiación aplicada. Para concretos sin fibras e irradiados se encontró aumento en la resistencia a la compresión y en la deformación en ep unto de máximo esfuerzo, pero disminución de la resistencia a la flexión y del módulo de Young, esto pone de manifiesto que la polimerización de la resina poliéster mediante radiación gamma está generando un concreto polimérico con mayor grado de resistencia mecánica pero al mismo tiempo más dúctil, lo cual es difícil de lograr en un concreto polimérico convencional, y mucho menos en un concreto hidráulico (a base de cemento Portland). Por otro lado, para concretos con fibras disminuyen la resistencia a la compresión, a la flexión y los módulos de elasticidad; sin embargo aumenta la deformación en el punto de máximo esfuerzo; esto indica que al ir agregando fibras de luffa se va generando un concreto polimérico menos resistente pero con mayor grado de elasticidad.</p>

Fuente: MARTINEZ BARRERA, Gonzalo, MARTINEZ LOPEZ, Miguel y MARTINEZ CRUZ, Elisa. Concreto polimérico reforzado con fibras de luffa. [En línea] Disponible en Internet: <URL: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642013000400008&script=sci_arttext>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

Tabla 3. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estado plástico y endurecido

TÍTULO	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADOS PLÁSTICOS Y ENDURECIDO	
AUTORES	CARLOS JAVIER MENDOZA, CARLOS AIRE, PAULA DÁVILA.	
INSTITUCION	INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.	
DIRECTOR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
PAIS Y FECHA	MEXICO	
REFERENCIA	http://www.imcyc.com/ccid/pdf/ene-jun11_3r.pdf	03 Mayo 2014
RESUMEN		CONCLUSIONES
<p>Se estudia el efecto que tiene la incorporación de fibras cortas de polipropileno en las propiedades del concreto en estados fresco y endurecido. Las variables que se consideran son el tamaño máximo del agregado grueso, los finos en la arena y el contenido de fibras. Se fabricaron ocho mezclas de concreto las cuales se ensayaron en estado fresco y a las edades de 7 y 28 días. Al concreto en estado fresco se le determinó el revenimiento, el contenido de aire, la masa unitaria y el agrietamiento por contracción plástica; en estado endurecido, la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad, la relación de Poisson, la resistencia a tensión, la tenacidad, la resistencia al impacto y la contracción por secado. La presencia de las fibras en el concreto fresco modifica la consistencia de la mezcla y reduce el agrietamiento por contracción plástica; en estado endurecido, incrementa la tenacidad y la resistencia al impacto y reduce la contracción por secado y el agrietamiento; las otras propiedades permanecen sin cambios significativos</p>		<p>La incorporación de fibras de polipropileno al concreto fresco y a las edades de 7 y 28 días mejora sus propiedades, como la disminución en el agrietamiento, incrementa la tenacidad y la resistencia al impacto.</p>

Fuente: MENDOZA, Carlos Javier, DAVILA, Paula. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plásticos y endurecidos. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.imcyc.com/ccid/pdf/ene-jun11_3r.pdf >. [Citado: 14 de mayo de 2014].

Tabla 4. La múltiple identidad del concreto.

TÍTULO	LA MÚLTIPLE IDENTIDAD DEL CONCRETO	
AUTORES	REVISTA CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA	
INSTITUCION	INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.	
DIRECTOR	JOSÉ LUIS RAMÍREZ ORTIZ	
PAIS Y FECHA	MEXICO - NOVIEMBRE 1999	
REFERENCIA	http://www.imcyc.com/revista/1999/nov99/multiple1.htm	03 MAYO 2014
	RESUMEN	CONCLUSIONES
	<p>La construcción en nuestros días viene exigiendo materiales que superen las propiedades habituales y las limitaciones existentes. En el dominio de los concretos que estamos tratando se persigue, desde hace tiempo, el lograr con rapidez resistencia altas y muy altas, sobre todo para prefabricados, a fin de disminuir tamaños, espesores y peso propio, siendo muy importante el disponer de una relación tensión/compresión más alta que en los concretos habituales.</p> <p>Además de la resistencia, la durabilidad es otra propiedad cada vez más valorada, hoy que observamos cierta vejez prematura de abundantes estructuras de concreto, construidas, ciertamente, con una tecnología incipiente y con defectos de calidad en muchos casos, pero que no permite olvidar cierta debilidad del concreto frente a ambientes agresivos.</p> <p>Teniendo en cuenta lo anterior, la utilización de polímeros en el concreto, que comenzó en los años 1950 en forma de adiciones para mejorar la adherencia y resistencia al desgaste de morteros o la fabricación de mármol artificial, ha dado paso, en los últimos 25 años, a un amplio reconocimiento de los concretos fabricados o modificados con polímeros como material de construcción. Dentro del campo de la tecnología de polímeros, en asociación con el concreto, se pueden distinguir tres tipos de materiales, de acuerdo con sus condiciones de fabricación.⁵</p> <p>El concreto modificado con polímeros se logra adicionando la resina en el mezclado de cemento y agregados, con lo que la matriz ligante queda constituida por cemento y polímero. El concreto impregnado con polímeros se fabrica por introducción de un monómero o polímero en la red de poros del concreto –ya endurecido– y posterior polimerización <i>in situ</i>, lo que provoca un taponamiento de los canales de contacto del concreto convencional con el exterior. Por último, la denominación de concreto polimérico se refiere al material que resulta del mezclado de los agregados con resinas como único aglomerante.</p> <p>Los polímeros empleados son variados, dependiendo del tipo de concreto, pero, en el caso de los citados últimamente (concretos poliméricos), las resinas más utilizadas son las epoxi, las de poliéster insaturado y las de metacrilato.</p> <p>El hormigón polimérico es, en esencia, una mezcla constituida por dos fases: una continua, que es la resina, y otra dispersa, que es el agregado.</p> <p>Las características del material dependerán, fundamentalmente, de estos dos constituyentes, pudiéndose controlar para posibilitar la fabricación de un material "hecho a medida", de forma que tengan un amplio espectro de aplicación.</p> <p>En sus propiedades más elevadas puede obtenerse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Muy alta resistencia a la compresión, 100/150 MPa. ● Muy alta resistencia a la tensión, 30/40 MPa. ● Muy alta relación de las resistencias a la tracción y a la compresión, 1:4, frente al 1:10 del concreto normal. ● Gran rapidez de endurecimiento (horas). ● Excelente durabilidad frente a agentes químicos agresivos. ● Curva carga-deformación del tipo usual en concretos. <p>Los principales problemas provienen de las propiedades viscoelásticas del polímero, lo que significa un módulo de elasticidad no demasiado alto, fluencia más acusada y susceptibilidad a la temperatura, que no podrá pasar de niveles del orden de los 100 °C.</p> <p>Hay que cuidar el valor de la tensión para cargas mantenidas, pues, por efecto de la fluencia, se llega a la rotura a niveles tensionales a veces sustancialmente menores que la carga de rotura. Para muchos concretos poliméricos comunes puede ser peligroso el mantenimiento de 50 por ciento de la carga de rotura.</p> <p>El manejo de estos concretos es el normal en cuanto a equipos de mezclado y compactación, pero debe estudiarse previamente el tiempo de polimerización que permita la colocación, sobre todo en grandes cantidades, que puede reducirse por efecto del calor desprendido, y prever posibles deformaciones residuales al endurecer, máxime cuando hay armaduras internas, que siempre es recomendable que se coloquen aunque el material presente una importante resistencia a la tensión. Otras precauciones deben dirigirse a la protección de los operarios y frente a incendio, debido a los volátiles que se producen, y a la limpieza de todos los útiles después del trabajo.</p> <p>Además del moldeado normal, es posible producir elementos por inyección, de espesores de 20 mm y menores, no teniendo las piezas por qué estar en los moldes más de 30 minutos. La prefabricación es un sector de gran potencial para una posible expansión de este tipo de productos. A las ventajas genéricas de los morteros y concretos poliméricos se unen, para este tipo de productos, las posibilidades de adhesión, fijación con insertos metálicos, color, textura superficial, etc. Además, la ligereza de las piezas frente a las de concreto tradicional las puede hacer competitivas, compensando el mayor precio con menores costos de transporte y de colocación.</p> <p>Un campo de utilización importante es el de la reparación de estructuras de concreto, gracias a las altas resistencias específicas, la posibilidad de pequeños espesores, la fuerte adhesión a los substratos y la impermeabilidad frente a agentes agresivos.<</p> <p>Desde el punto de vista del cálculo, no hay todavía un código establecido, pero se obtienen buenos resultados con la metodología del concreto armado tradicional, adaptando el diagrama carga-deformación, de acuerdo con las propiedades específicas del material, a la forma parábola-rectángulo, rectángulo o triángulo-rectángulo, siendo esta última la que hemos tenido ocasión de comprobar.⁶</p>	<p>De todo lo anterior se constata la variedad de propiedades que abarcan los distintos tipos de concretos más utilizados. Aunque todavía queda bastante por investigar, en algunos de ellos existe una gran proporción de aptitudes –ya desarrolladas y disponibles– siendo, de hecho, los tipos especiales utilizados de forma creciente.</p> <p>La idea del concreto como de un material único, de bajo contenido tecnológico y utilizado por mano de obra escasamente calificada, debe rechazarse. El técnico competente dispone para cada tipo de utilización distintos tipos de concreto y de calidades, sin olvidar las variedades de cemento y de aditivos disponibles.</p>

Fuente: MENDOZA, Carlos Javier, DAVILA, Paula. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plásticos y endurecidos. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.imcyc.com/ccid/pdf/ene-jun11_3r.pdf >. [Citado: 14 de mayo de 2014].

Tabla 5. Concreto polimérico reforzado con fibra de la radiación gama.

TÍTULO	CONCRETO POLIMÉRICO REFORZADO CON FIBRAS: EFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA	
AUTORES	REVISTA IBEROAMERICANA DE POLÍMEROS VOLUMEN 13(4), SEPTIEMBRE 2012 MARTÍNEZ ET AL. CONCRETO POLIMÉRICO REFORZADO	
INSTITUCION	FACULTAD DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO	
DIRECTOR	GONZALO MARTÍNEZ BARRERA*, ELISA MARTÍNEZ CRUZ, MIGUEL MARTÍNEZ LÓPEZ	
PAIS Y FECHA	MÉXICO - SEPTIEMBRE 2012	
REFERENCIA	http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/SEPT12/martinez.pdf .	01 MAYO 2014
	RESUMEN	CONCLUSION
	<p>El concreto polimérico (PC) es un material compuesto muy versátil debido a su uso, en: construcción y reparación de estructuras, pavimentos de carreteras y puentes, tuberías de aguas residuales y estructurales, así como en paneles decorativos de la construcción. Estos materiales reforzados presentan valores más altos en propiedades como resistencia mecánica, rigidez, rendimiento a altas temperaturas, resistencia a la corrosión, dureza o conductividad. La ventaja de utilizar polímeros en los PCs es la gran sensibilidad a cambios en los enlaces químicos; que provocan valores diferentes en cristalinidad, densidad, coeficiente de expansión térmica, módulo de elasticidad, permeabilidad, así como la resistencia a la corrosión, a la abrasión y a disolventes. Esta modificación se puede realizar mediante radiación gamma. En este trabajo se estudiaron los efectos de la radiación gamma en las propiedades de deformación mecánica de PCs a base de resina poliéster insaturada, mármol y fibras de polipropileno (PP). Se utilizaron diferentes tamaños de partícula de mármol (0,71, 1,40 y 2,36 mm) y dosis de 200, 250 y 300 kGy.</p>	<p>Con base en las pruebas mecánicas se estableció que: a) el tamaño de partícula y la concentración de los agregados minerales influyen en las propiedades mecánicas de los concretos poliméricos debido al grado de compactación, además de su adherencia a la matriz polimérica; b) En términos generales, los módulos de Young aumentan al incrementar la dosis de radiación gamma hasta 250 kGy debido a un mayor grado de polimerización de la resina y al entrecruzamiento de las cadenas poliméricas; lo que genera concretos más rígidos; c) Al adicionar fibras de polipropileno en relación adecuada con la resina, los concretos poliméricos presentan incrementos notables en la resistencia a la compresión y por consecuencia los módulos elásticos son mayores debido a que las fibras proporcionan soporte al concreto por su distribución homogénea; d) El uso de radiación gamma como tratamiento de post-curado de concretos poliméricos es una alternativa adecuada para mejorar su comportamiento mecánico.</p>

Fuente: BARRERA MARTINEZ, Gonzalo, MARTINEZ CRUZ, Elisa y MARTINEZ LOPEZ, Miguel. Concreto polimérico reforzado con fibras efecto de la radiación Gama. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/SEPT12/martinez.pdf> >. [Citado: 1 de mayo de 2014].

- En Latinoamérica:

Tabla 6. Diseño de hormigones y morteros ligeros de alta resistencia empleando zeolitas naturales sin pre saturación.

TÍTULO	DISEÑO DE HORMIGONES Y MORTEROS LIGEROS DE ALTA RESISTENCIA EMPLEANDO ZEOLITAS NATURALES SIN PRESATURACION	
AUTORES	PROF. DR. ARQ. REGINO A. GAYOSO BLANCO	
INSTITUCION	CINPAR 2010	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	ARGENTINA(2, 3 Y 4 DE JUNIO DE 2010 – CORDOBA, ARGENTINA)	
REFERENCIA	http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%203/CINPAR%20077.pdf 02 JUNIO - 2014	
	RESUMEN Y/O OBJETIVO	CONCLUSIONES
	<p>Se presentan las experiencias en la obtención de hormigones y morteros estructurales ligeros de altas resistencias, utilizando zeolitas naturales y aplicando procedimientos del diseño de mezcla sin presaturación de áridos ligeros, para lograr el mayor aprovechamiento de sus propiedades mecánicas. Se obtienen hormigones que alcanzan densidades no mayores de 1890 kg/m³, resistencias mayores de 35,0 MPa a compresión; 2,2 MPa a la tracción y 20,3 GPa de módulo elástico, así como morteros de alta tenacidad polímero-modificados reforzados con fibras de carbón, con densidades no mayores de 1750 kg/m³, con los que se logran resistencias de 9,6 MPa a la flexión y resistencias de 47,2 MPa a compresión.</p> <p>Se exponen y analizan los resultados experimentales del ensayo estructural de losas alveolares aligeradas de 0,20 m de espesor y 6,00 m de luz, producidas con hormigones pretensados y el comportamiento de la adherencia en hormigones ligeros reforzados, empleando el método de ensayo a flexión de la viga (<i>beam test</i>) en investigaciones de diseño de estructuras antisísmicas. Se muestran aplicaciones de morteros ligeros en la construcción de barcos de ferrocemento de 13 y 16 m de eslora, sometidos a pruebas satisfactorias de navegación durante más de 10 años y características microestructurales de los morteros polímero-modificados fibroreforzados empleando las técnicas avanzadas de la físico-química SEM y DRX. Se evalúan los efectos económicos del ahorro de energía, durabilidad, protección y sostenibilidad del medio ambiente, los que se pueden alcanzar, con la generalización en el empleo de las zeolitas naturales, con abundantes reservas en los suelos latinoamericanos.</p>	<p>Las experiencias en las aplicaciones de hormigones estructurales con empleo de áridos ligeros naturales obtenidos mediante procesos de trituración de las zeolitas naturales del tipo clinoptilolita-heulandita, mezcladas sin presaturación, han confirmado las posibilidades de cumplir con las exigencias especificadas en las normas internacionales y se han logrado rangos de densidades entre 1 700-1 980 kg/m³, resistencias a compresión que superan los 28,0 MPa, tracción indirecta de 2,20 MPa, así como módulos de deformación superiores a los 17,5 MPa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con los resultados reológicos y físico-mecánicos obtenidos, y por los análisis microestructurales de los morteros y hormigones, se considera que los procesos tecnológicos desarrollados en los experimentos tienen una influencia determinante en las propiedades de las mezclas, lo cual contribuye a la formación de zonas de transición árido-pasta, de mayor compacidad y adherencia, como resultado de la actividad puzolánica de las zeolitas naturales utilizadas en los procesos de mezclado en dos etapas sin presaturación. • Las posibilidades de empleo de los áridos ligeros naturales obtenidos mediante procesos de trituración de zeolitas naturales con abundantes reservas en suelos latinoamericano, pueden contribuir significativamente, junto al ahorro de energía, ahorro de cemento Portland y sostenibilidad del medio ambiente, al diseño de estructuras más ligeras y resistente a las tensiones originadas en movimientos sísmicos relativamente frecuentes en nuestro países.

Fuente: GAYOSO BLANCO, Regino. Diseño de hormigones y morteros ligeros de alta resistencia empleando zeolitas naturales sin pre saturación. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%203/CINPAR%20077.pdf>. [Citado: 2 de junio de 2014].

Tabla 7. Hormigones de polímero vinculación con hormigones tradicionales.

TÍTULO	HORMIGONES DE POLIMERO: VINCULACION CON HORMIGONES TRADICIONALES	
AUTORES	L.N. SEÑAS, R.O. FERRACUTTI, J.F. VALEA Y C. PRIANO	
INSTITUCION	DPTO. DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR - AV. ALEM 1253, (8000) BAHÍA BLANCA.	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	ARGENTINA	
REFERENCIA	http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/neuquen/Trabajos/1301.PDF	01 JUNIO 2014
	RESUMEN Y/O OBJETIVO	CONCLUSIONES

TÍTULO	HORMIGONES DE POLIMERO: VINCULACION CON HORMIGONES TRADICIONALES	
<p>El objetivo del presente trabajo es estudiar el comportamiento del vínculo entre el mortero tradicional y un mortero de polímero, sometido a esfuerzos mecánicos de compresión y flexión.</p> <p>Para la elaboración de las muestras se utilizaron morteros cementicios de baja relación agua/cemento y un único mortero de polímero optimizado de acuerdo a las experiencias obtenidas en el trabajo "Hormigones elaborados con resina poliéster" ya publicado [4].</p> <p>Se confeccionaron baterías de probetas, con diferentes porcentajes de mortero cementicio/mortero de polímero, y con una zona de vínculo entre ambos variable. Unas se aserraron, quedando perfectamente lisas y otras presentaron irregularidades como consecuencia de una ruptura natural en el material cementicio.</p> <p>Realizados los ensayos, se demostró que la adherencia cemento/polímero es sumamente elevada y tanto las cargas que produjeron las fracturas, como su ubicación, en casi todos los casos, reflejan la excelente continuidad lograda, lo que habla de la aptitud para realizar reparaciones.</p>		<p>No se presentan diferencias importantes en las resistencias mecánicas, por la presencia de mortero de polímero, en cualquier porcentaje, respecto a la muestra hecha en su totalidad con mortero cementicio lo que refleja la continuidad lograda entre las fases.</p> <p>Sí, se observa la dependencia de las resistencias mecánicas con la relación agua/cemento del mortero cementicios. A mejores morteros (más resistentes) la muestra compuesta (cemento+polímero) también alcanzó mayores resistencias. Se ensayaron a compresión, en total, sesenta probetas, representando a los diez grupos señalados en la Tabla 1. En el total de los ensayos la fractura se produjo formando los "conos" tradicionales (Figura 1), podemos inferir entonces, que la distribución de tensiones fue óptima. No se produjo en ningún caso la rotura de la interfase hormigón de polímero/hormigón cementicio, lo cual representa la excelente adherencia entre dos materiales.</p> <p>En los ensayos de flexión se mantuvo un comportamiento semejante a lo obtenido en los ensayos de compresión, es decir, el valor del módulo de rotura de las probetas compuestas fue algo mayor cuando el mortero cementicio tenía menor relación agua/cemento.</p> <p>Es de destacar el caso de las probetas compuestas, formadas por el 66% de mortero de polímero (grupos VII; VIII; IX; X) donde el módulo de rotura se eleva considerablemente con respecto a los valores promedio. La fractura en todas las probetas de estos grupos no se produjo en zona central sino en la interfase. Se observó en la zona de fractura de todas las muestra mencionadas (Figura 2) que el material cementicio fue arrastrado en parte, permaneciendo adherido al mortero de polímero, aun después de la rotura. Esto nos hace pensar que el alto porcentaje de mortero de polímero presente es lo que influyó, en el tipo, la ubicación de la fractura y el valor del módulo de rotura.</p> <p>La fractura de todas las muestras correspondientes a los grupos (I-VI) se produjeron en el tercio medio de las probetas (Figura 3) lo que demuestra la uniformidad de la misma frente a las sollicitaciones.</p> <p>Dadas las excelentes propiedades mecánicas de los morteros de polímero y de los resultados obtenidos que demuestran la notable adherencia y la buena transferencia de tensiones con los morteros cementicios, es que puede considerarse a estos como una solución técnicamente viable para la reparación de morteros tradicionales con responsabilidad estructural. Resultando ser una alternativa técnica y económicamente factible, de rápida ejecución, que merece contemplarse en situaciones de esa naturaleza.</p>

Fuente: FERRACUTI, VALEZ y PRIANO. Hormigones de polímero vinculación con hormigones tradicionales. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/neuquen/Trabajos/1301.PDF>>. [Citado: 1 de junio de 2014].

Tabla 8. Estudio experimental y modelo teórico del hormigón confinado lateralmente con polímeros reforzados con fibras.

TÍTULO	ESTUDIO EXPERIMENTAL Y MODELO TEÓRICO DEL HORMIGÓN CONFINADO LATERALMENTE CON POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRAS (FRP)	
AUTORES	C. AIRE(*), R. GETTU(**), J. R. CASAS(***), S. MARQUES(****), D. MARQUES(****)	
INSTITUCION	UNIV. FEDERAL DE ALAGOAS (BRASIL).	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	BRASIL - ENERO-MARZO 2010	
REFERENCIA	file:///C:/Users/Usuario/Downloads/167-282-2-PB%20(1).pdf	05 MAYO 2014
RESUMEN Y/O OBJETIVO		CONCLUSIONES

TÍTULO	ESTUDIO EXPERIMENTAL Y MODELO TEÓRICO DEL HORMIGÓN CONFINADO LATERALMENTE CON POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRAS (FRP)	
	<p>Este trabajo presenta los resultados de un estudio experimental y analítico del comportamiento de elementos de hormigón confinados con polímeros reforzados con fibras (FRP) de vidrio y carbono. El programa experimental consistió en ensayar cilindros de hormigón de 150 x 300 mm (confinados y sin confinar) bajo compresión axial en dos niveles de resistencia: normal (30 MPa) y alta resistencia (70 MPa). En ambos casos, se evaluó el comportamiento tensión-deformación. Los resultados muestran que la resistencia y ductilidad se incrementan con el confinamiento con FRP.</p> <p>A partir de los resultados experimentales, se desarrolló un modelo analítico para predecir el comportamiento tensión-deformación del hormigón confinado con FRP. La comparación de los resultados experimentales y analíticos muestra que el modelo es aplicable a los hormigones estudiados, proporcionando predicciones satisfactorias del comportamiento tensión-deformación y de la resistencia a compresión última.</p>	<p>Se han ensayado a carga axial de compresión cilindros de hormigón de resistencia normal y alta confinados con un número variable (hasta 12) de capas de polímeros reforzados con fibra (FRP) de vidrio y carbono, y se determinaron sus propiedades mecánicas y respuesta tensión-deformación. Los resultados muestran que el confinamiento incrementa la resistencia y deformación del hormigón, siendo mayor el efecto en el hormigón de menor resistencia. El modo de rotura en los hormigones confinado con fibra de vidrio es gradual, mientras que las confinadas con fibra de carbono es repentina y explosiva.</p> <p>Para multicapas de confinamiento, la respuesta tensión-deformación presenta un comportamiento de endurecimiento en el post-pico. Las mayores resistencias se alcanzaron cuando los cilindros fueron confinados con fibras de carbono, lo que se debe principalmente a la mayor rigidez de este tipo de fibras. Se ha elaborado un modelo analítico que describe el comportamiento tensión-deformación del hormigón confinado con fibra, que resultó aplicable a los resultados experimentales, ya que en la mayoría de los casos se alcanza aproximadamente los mismos niveles de resistencia máxima y similar comportamiento tensión-deformación.</p>

Fuente: AIRE, Carlos. [et al.]. Estudio experimental y modelo teórico del hormigón confinado lateralmente con polímeros reforzados con fibras (FRP). [En línea]. Disponible en Internet: <URL: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/167-282-2-PB%20(1).pdf>. [Citado: 5 de mayo de 2014].

Tabla 9. Cemento geo polímero hormigón armado de acero de fibras

TÍTULO	CEMENTO GEOPOLIMERO HORMIGÓN ARMADO DE ACERO DE FIBRA	
AUTORES	D. S. T. PEREIRA ¹ , F. J. SILVA ² , C. THAUMATURGO ²	
INSTITUCION	INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA – IME – PRAÇA GENERAL TIBÚRCIO, 80 – SE/4 CEP 22290-270 – RIO DE JANEIRO – RJ – BRAZIL	
DIRECTOR	PROFESSOR, PROGRAMA DE CIÊNCIAS DOS MATERIAIS	
PAIS Y FECHA	BRASIL RIO DE JANEIRO MAYO 2006	
REFERENCIA	http://www.pyrament.com.br/PDF/10.pdf	04 MAYO 2014
	RESUMEN Y/O OBJETIVO	CONCLUSIONES
	<p>Los cementos geopoliméricos son una alternativa innovadora para la obtención de hormigón alto rendimiento y no perjudicial para el medio ambiente, así como la reducción las emisiones de CO₂ también se utilizan materiales de desecho. Estos cementos son considerados cuasi-frágil debido al comportamiento elástico no lineal, causado por la relajación y la redistribución de las tensiones antes de la ruptura. La presencia de grietas en la microestructura sugiere el uso de la fibra como un elemento de refuerzo y estabilización para minimizar los campos de tensión que se producen en la fase de Polimerización.</p> <p>Las fibras de acero se utilizan comúnmente para mejorar la propiedades de resistencia a la tracción y resistencia a la fractura del hormigón. también puede actuar para controlar el agrietamiento, además de mejorar el comportamiento</p> <p>Un programa experimental se llevó a cabo para evaluar las propiedades mecánicas y las propiedades de la fibra de interfaz / matriz de hormigón armado con fibras. El contenido de fibras de acero se varió entre 0,0% y 2,0%.</p>	<p>La resistencia a la compresión de los materiales compuestos fue ligeramente mayor que la del hormigón referencia. Tener la resistencia a la tracción en la flexión y la resistencia a la fractura de los materiales compuestos se mejoraron enormemente. La resistencia a la tracción por flexión en MPa varió de 05,46 a 9,22 MPa y resistencia índices I5, I10 y I30 valores fueron iguales a 8,67, 15,81 y 42,54, respectivamente, Vf = 2,0%. La adición de fibras de acero cambió el comportamiento de carga-deformación de los materiales compuestos. Con el aumento de contenido de fibra era ganar en la carga máxima fracaso y cambio en la forma de la rama descendente. Estos aspectos se han atribuido la capacidad de inhibir la propagación de grietas fibras que absorber y disipar parte de la energía que se utiliza en la formación de nuevas superficies de fractura. La evaluación microestructural mostró que existen diferencias de porosidad entre la región de la interfaz y la matriz del núcleo.</p>

Fuente: PEREIRA, SILVA y THAUMA TURGO. Cemento geo-polímero hormigón armado de acero fibra. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.pyrament.com.br/PDF/10.pdf >. [Citado: 4 de mayo de 2014].

Tabla 10. Influencia de adiciones de copo limero fibras sintéticas en propiedades de pasta de cemento.

TÍTULO	INFLUENCIA DE ADICIONES DE COPOLÍMERO VA / E VEOVA FIBRAS SINTETICAS EN PROPIEDADES DE PASTA DE CEMENTO PORTLAND	
AUTORES	CARLOS EDUARDO MARMORATO GOMES 1 E OSNY PELLEGRINO FERREIRA 2	
INSTITUCION	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - REVISTA IBEROAMERICANA DE POLÍMEROS	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	BRASIL - AGOSTO DE 2006	
REFERENCIA	http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO06/marmorato.pdf	04 MAYO 2014
RESUMEN Y/O OBJETIVO		CONCLUSIONES
<p>El creciente empleo de compuestos fibrosos por la industria de la construcción civil en los últimos años comprueba la eficacia de la adopción de fibras como refuerzo de matrices frágiles, como por ejemplo las masas, argamasas y concretos de cemento Portland. Ya en la mitad del siglo pasado se estimaba el empleo de un millón de toneladas por año de fibras de acero y sintéticas en todo el mundo en la construcción civil. Con el desarrollo de nuevas fibras sintéticas en sus propiedades, con costo similar al de las fibras comunes, se supone que los productos reforzados por estas fibras tendrán un gran avance en los próximos años. Específicamente, en relación a las fibras poliamida 6.6, se comprueba que las mismas poseen un módulo de elasticidad menor que el de las matrices de cemento Portland convencionales, característica esta que restringe su aplicación en compuestos de fibrocemento. El incremento del módulo de elasticidad de estas fibras constituye un gran desafío para la industria textil debido a las características de su proceso de fabricación, específicamente en lo que se refiere a la hilandería. De esta forma, el presente estudio buscó en cambio incrementar el módulo de elasticidad de las fibras poliamida, disminuir el módulo de elasticidad de la matriz de cemento Portland a través de la adición de un polímero redispersable en agua (Va/VeoVa), compatibilizando de esta forma el valor del módulo de elasticidad de la matriz al de las fibras poliamida 6.6, viabilizando la producción de un compuesto (CRP: Cemento Reforzado con Poliamida) de mayor capacidad de absorción de energía y deformación, capaz de contribuir a la industria de la construcción civil, principalmente en lo que se refiere a los procesos de tratamiento de juntas de dilatación, impermeabilizaciones y confecciones de placas cementicias La caracterización del compuesto CRP, fue realizada por ensayos mecánicos y microscópicos con el objeto de analizar importantes propiedades tales como la adherencia fibra-matriz, investigada a través de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).</p>		<p>La adopción de altos niveles de fibras requiere un cuidado especial para evitar o ocurrencia de enredo. El contenido de 5 % en volumen de fibras de poliamida, no afecta mezcla de materiales , sin embargo, requiere más energía .Se encontró que la adopción de un alto contenido de polímero , reduce la resistencia compresión axial del material , pero proporciona un compuesto de alta ductilidad especialmente con la adopción de las fibras de poliamida .</p> <p>En cuanto a resistencia a la tracción en la flexión , la adopción de fibras de poliamida aumentó de manera</p> <p>los valores considerables de módulo de ruptura de las composiciones 3 , 6 y 9 (40 % de polímero) , y proporcionado una gran tenacidad a las otras composiciones .</p> <p>La modificación de la pasta de cemento Portland con polímero Va / VeoVa siempre mayor ductilidad y los compuestos reducen significativamente el módulo de elasticidad de la matrices. Por lo tanto , se utilizaron las fibras de poliamida explorar su principal característica, o de alta tenacidad (alta capacidad de absorción de la energía) .</p> <p>Los análisis microestructuras de cemento Portland, y la pulpa mostró que la adopción de polímero reduce la formación de hidróxido de calcio en la pasta de cemento Portland , que es fenómeno atribuido a una hidratación más pequeña de cemento Portland y la posible interacción entre los iones polímero de acetato con iones de calcio de la matriz. El diseño de compuesto (cemento PCR poliamida reforzada) permite el uso de fibras de poliamida en cemento de la fibra de material compuesto, sin la necesidad de realizar cambios fisicoquímicos en sus propiedades. La PCR compuesto opera de esta manera, sinergismo de fibras de poliamida y polímero de Va / VeoVa para satisfacer de manera eficiente, los requisitos de ciertas áreas y aplicaciones de construcción, sobre todo en se refiere a la implementación de pisos, impermeabilización, juntas de dilatación, paneles sándwich y otras aplicaciones que requieren la capacidad de absorción de energía.</p>

Fuente: MARMORATO, Carlos Eduardo, FERRERIRA, Osny. Influencia de adicciones de copolimero fibras sintéticas en propiedades en pasta de cemento portland. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.pyrament.com.br/PDF/10.pdf> >. [Citado: 4 de mayo de 2014].

Tabla 11. Diseño de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) cemento

TÍTULO	DISEÑOS DE MEZCLA DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)-CEMENTO	
AUTORES	ALESMAR LUIS, NALIA RENDON, MARIA EUGENIA KORODY	
INSTITUCION	REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	VENEZUELA MARZO 2008	
REFERENCIA	http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000100006&script=sci_arttext	01 Junio 2014
	RESUMEN Y/O OBJETIVO	CONCLUSIONES
	<p>Corresponde a este trabajo experimental, la tarea de elaborar, ensayar y caracterizar Mezclas de Tereftalato de Polietileno (PET) – Cemento. Para ello se estableció una metodología basada en una investigación teórico-práctica que ayudase a determinar de manera preliminar el posible comportamiento del plástico proveniente de las botellas de gaseosas al utilizarlo como agregado en una mezcla. Las mezclas de PET – Cemento realizadas están conformadas por 5%, 10% y 15% de PET además de arena y piedra, en proporciones que dependen del tipo de mezcla, es decir, si es para mortero o para concreto. Se utilizaron tres diseños de mezclas en donde se sustituyó parte de la arena por el plástico. Para determinar las propiedades mecánicas y de durabilidad de las mezclas realizadas se elaboraron una serie de probetas que tuvieran las características ideales para los respectivos ensayos tanto de compresión simple, como de absorción, erosión e impacto. Las mismas se curaron por 7 días, luego se almacenaron hasta los 28 días para realizar los ensayos anteriormente mencionados exceptuando los de absorción y erosión que se debían hacer a los siete días. Desde el punto de vista de resistencia y durabilidad; a compresión simple, la mezcla B (concreto con un 15% de PET) es la que se considera la más apropiada ya que resultó ser en promedio la más resistente aún cuando no sea la mezcla más homogénea. Por otro lado, su capacidad de absorción es baja al igual que su comportamiento ante la erosión e impacto, lo que la hace la mezcla más idónea para ser utilizada como material de construcción. Cabe destacar que no es la más costosa dentro de las tres mezclas que contienen PET. La mezcla de PET - Cemento ayuda a reducir las cantidades de PET que no poseen una disposición final adecuada, disminuyendo así su impacto ambiental, ya que se necesita una gran cantidad de botellas de gaseosas para obtener el material para elaborar la mezcla, por lo que dichas botellas se estarían eliminando del ambiente.</p>	<p>El PET puede ser usado como agregado en las mezclas, a fin de contribuir al proceso de disposición final de los residuos plásticos contaminantes, lo cual ayuda de forma indirecta a disminuir el impacto ambiental. Dichas mezclas pueden utilizarse en la construcción de elementos de obras civiles, cuyas cargas y su durabilidad estén limitadas a cierto rango.</p> <p>La elección de la dosificación de los agregados y el cemento no sólo corresponden a valores de resistencia y durabilidad, sino que también debe tomarse en cuenta el factor económico.</p> <p>Al mantener constante la cantidad de cemento y variar la cantidad de arena para agregar el PET, hace que varíe la resistencia a compresión.</p> <p>Al agregar PET a una mezcla de concreto se pierde un poco de resistencia, aunque con la obtenida se podría utilizar como mezcla para elementos que no requieran de estética o para bloques u otros elementos que no soporten importantes cargas.</p> <p>Para poder realizar un diseño de mezcla óptimo utilizando el PET como agregado, no se puede sustituir la arena de la mezcla, ya que al eliminar los agregados finos se pierde mortero y se producen discontinuidades dentro del mismo.</p> <p>La geometría irregular del PET con el que se realizaron las muestras, influyó de forma negativa en el comportamiento de la mezcla endurecida, según lo observado.</p> <p>La densidad de la mezcla de PET – Cemento es menor que los concretos o morteros, ya que el PET es menos pesado que la arena y la piedra, lo que hace que la mezcla sea más liviana, lo cual la hace interesante en estructuras sometidas a bajas cargas.</p> <p>Con respecto a la absorción se puede concluir que la mezcla de PET – Cemento absorbe mayor cantidad de agua que las mezclas con las que fue comparada, esto se debe a que al poseer menor cantidad de finos existen más espacios vacíos dentro de la mezcla que son colmados de agua al momento de sumergirla en el líquido.</p> <p>Los ensayos de erosión realizados a las mezclas de PET arrojaron valores tales que demuestran que estas mezclas se ven más afectadas por factores externos como lluvia y viento (simulados en el laboratorio) que las muestras patrón así como también las muestras de Ripio de cantera y suelocemento.</p> <p>Tomando en cuenta los costos de los materiales de construcción se puede concluir que la mezcla de PET – Cemento no es rentable si el material es comprado en una planta recicladora ya que el PET costaría más que la piedra o la arena, mientras que si el PET es recogido y tratado por la persona que los va a utilizar el costo sería casi nulo.</p>

Fuente: ALESMAR, Luis, RENDON NALIA, Korody. Diseños de mezcla tereftalato de polietileno (pet) cemento. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000100006&script=sci_arttext>. [Citado: 1 de junio de 2014].

Tabla 12. Investigación exploratoria respecto del efecto de la incorporación de polímeros acrílicos, compatibles con los álcalis del cemento en la masa de hormigones de cemento.

TÍTULO	INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA RESPECTO DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE POLÍMEROS ACRÍLICOS, COMPATIBLES CON LOS ÁLCALIS DEL CEMENTO, EN LA MASA DE HORMIGONES DE CEMENTO	
AUTORES	REVISTA DE LA CONSTRUCCIÓN	
INSTITUCION	ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL – PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	
DIRECTOR	CRISTIÁN PIERA GODOY	
PAIS Y FECHA	CHILE- SANTIAGO DE CHILE – AGOSTO DE 2006	
REFERENCIA	http://www7.uc.cl/ccivil_revista/revista/Rev_8/_REVISTA_N8_FULL.pdf .	26 abril de 2014
RESUMEN Y/O OBJETIVO		CONCLUSIONES
<p>El hormigón es uno de los materiales de construcción más utilizados hoy en día y, como tal, ha sido parte de nuestras construcciones por más de un siglo, tiempo en el cual hemos ido apreciando sus propiedades y sus debilidades principales, estas últimas han aparecido no solo por el transcurrir del tiempo, sino que también por los agresivos ambientes de un mundo cada vez más industrializado.</p> <p>Los problemas principales que enfrenta la industria del hormigón hoy, son: la enorme demanda de infraestructura de un mundo que se urbaniza rápidamente, la necesidad de mejorar la durabilidad del hormigón de manera efectiva con respecto al costo y el aumento del interés público en encontrar soluciones ecológicas para una eliminación segura o reciclado.</p> <p>Es por ello que esta investigación tiende a dar solución, en parte, al requerimiento de una mayor durabilidad, por intermedio de incorporar al hormigón emulsiones de polímeros acrílicos compatibles con los álcalis del cemento.</p> <p>El comienzo del uso de acrílicos se aplicó solamente a pastas y morteros cementicios de espesor no superior a 4 cm, ya que en espesores mayores produce retardo en el fraguado y en el endurecimiento. En el último tiempo han aparecido como, producto de nuevas tecnologías, emulsiones poliméricas que según se ha podido constatar durante esta investigación no presentan estos inconvenientes.</p> <p>Para el desarrollo de esta investigación se elaboraron hormigones con distintos asentamientos de cono: 4 cm, 8 cm y 12 cm, con dosis de cemento de: 280 kg/m³, 320 kg/m³ y 360 kg/m³ y con dosis de acrílicos de 0%, 10%, 15% y 20% del peso del cemento.</p> <p>Los grados de cemento utilizados fueron corriente y alta resistencia. Para cuantificar los efectos de los hormigones con emulsiones acrílicas se compararon con un hormigón patrón sin adiciones, para lo cual se sometieron dichos hormigones a diferentes ensayos como son: resistencia a compresión y flexotracción, impermeabilidad al agua, resistencia al desgaste, penetración de CO₂ y cloruros.</p> <p>De los resultados obtenidos se puede concluir que la incorporación de polímeros acrílicos (compatibles con los álcalis del cemento) al hormigón, modificó positivamente las propiedades mecánicas, físicas y químicas.</p> <p>Se puede concluir en términos del marco referencial de esta investigación y de las variables consideradas, que los hormigones con adiciones en base a acrílicos tienen más durabilidad que hormigones carentes de estos productos.</p>		<p>Los resultados obtenidos, si bien son insuficientes para establecer una conclusión definitiva, demuestran que la incorporación de acrílico permite incrementar en forma significativa las propiedades mecánicas del hormigón (compresión y flexotracción) y que su efecto es todavía más importante en la durabilidad, sobre todo en el caso de hormigones sometidos a desgaste o inmersos en los ambientes agresivos considerados en este primer estudio.</p> <p>Para todas las propiedades ensayadas, los incrementos encontrados son directamente proporcionales a la dosis de acrílico incorporada, independientemente de las otras variables consideradas, cono y dosis de cemento.</p>

Fuente: REVISTA DE LA CONSTRUCCION. Investigación exploratoria respecto del efecto de la incorporación de polímeros acrílicos, compatibles con los álcalis del cemento, en la masa de hormigones de cemento. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www7.uc.cl/ccivil_revista/revista/Rev_8/_REVISTA_N8_FULL.pdf>. [Citado: 26 de abril de 2014].

Tabla 13. Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas.

TÍTULO	ESTUDIO DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO DE RECICLADO DE DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTÍCULAS	
AUTORES	REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
INSTITUCION	REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	VENEZUELA 2008	
REFERENCIA	http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000100005&script=sci_arttext	03 Mayo de 2014
RESUMEN Y/O OBJETIVO		CONCLUSIONES

TÍTULO	ESTUDIO DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO DE RECICLADO DE DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTÍCULAS	
Con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que generan los neumáticos luego de transcurrida su vida útil, surge como objetivo fundamental del presente trabajo, analizar la influencia de la adición de la raspadura de las bandas de rodamiento de los neumáticos a los compuestos de concreto, a través de ensayos destructivos y no destructivos. Los estudios sobre resistencia a la compresión y a la tracción realizados a los compuestos a la composición de 5% en peso, así como con diferentes tamaños de partícula de caucho reciclado (grueso 1,19mm, fino<1,19mm, (al azar) a la edad de 28 días, indican que la adición de caucho de tamaños de partícula denominados (fino) y (grueso) disminuye estas propiedades mecánicas. En cambio, para el compuesto con 5% en peso de caucho de tamaño (al azar), los valores de estas propiedades mecánicas no presentan variaciones significativas al compararlos con el concreto tradicional. Por otra parte, la velocidad de pulso ultrasónico del compuesto con partículas de caucho (al azar) a los 28 días de curado presenta el mismo comportamiento que el concreto tradicional. Similar conducta muestran el módulo de elasticidad y la impedancia acústica.	El descenso en los valores de las propiedades de resistencia a la compresión y resistencia a la tracción de los compuestos con caucho de tamaño (fino) y (grueso), se debe a la porosidad que se origina en las muestras. Por otra parte, el comportamiento del compuesto de concreto con 5% en peso de caucho de tamaño (al azar) muestra en todas las propiedades analizadas, valores similares a los del concreto tradicional. Esto se debe a que las partículas pequeñas se colocan en los huecos dejados por las partículas grandes de caucho, disminuyendo de esta forma la porosidad. En resumen, se puede inferir que es factible, de acuerdo a la data analizada, utilizar 5% en peso de caucho de tamaño aleatorio (al azar), ya que no deteriora las características del concreto, además lo vuelve más liviano y al mismo tiempo ayuda a disminuir los efectos negativos que generan los desechos de caucho en el medio ambiente.	

Fuente: REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA. Estudio del concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños partículas. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000100005&script=sci_arttext>. [Citado: 3 de mayo de 2014].

- En Europa:

Tabla 14. Influence of polymers on concrete damping properties.

TÍTULO	INFLUENCE OF POLYMERS ON CONCRETE DAMPING PROPERTIES	
AUTORES	S.F. NABAVI	
INSTITUCION	SEYED FARHAD NABAVI, UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SYDNEY,	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	SYDENEY – AUSTRALIA	
REFERENCIA	http://www.wseas.us/e-library/conferences/2010/Tenerife/MECHECICON/MECHECICON-05.pdf	03 JUNIO 2014
ABSTRACT	CONCLUSIONS	
This paper presents an experimental investigation to enhance damping properties of concrete by using polymeric admixtures. The imperfections of conventional concrete such as low tensile strength, low ductility, and low damping have to be modified and improved. Specifically, polypropylene fibers and styrene butadiene rubber (latex) were selected to use in concrete mix to achieve high damped concrete. Four different categories of laboratory concrete specimens including plain concrete (PC), fiber reinforced concrete (FRC), polymer modified concrete (PMC), and using fibers in polymer modified concrete (FRPMC) were cast and tested to determine the damping ratio of these concrete categories. Experiments depicted that polymerconcrete composites can absorb the dynamic load energy much faster than conventional concrete. Using these composites in concrete structures increases the position stability of structures subjected to dynamic forces like earthquakes and strong wind due to high damping properties of concrete.	Conventional reinforced concrete with about 4% damping ratio showed the lowest level of damping whereas using polymeric admixtures improved the damping ratio and increased it up to 21%. Therefore, by using appropriate polymers as admixtures in concrete, the loss factor will be increased resulting in augmentation of the vibration dissipation by concrete. In the other hand, composite materials are able to dissipate the vibration energy much faster than conventional concrete resulting much less structural displacement which concludes much more structural stability, position control and performance. Comparison between the displacement of frame made of plain concrete and the other categories of concrete subjected to dynamic load from Table 5 proves that polymer-concrete composites have much less displacement than conventional concrete. For example, the mean displacement of plain concrete frame at the top subjected to 15Hz frequency and 10mm amplitude is 8.67mm while this displacement for the fiber reinforced polymer modified concrete is only 4.56mm. Finally, polymers in concrete mixtures act as passive dampers and have following merits compared to active dampers: no need to specialist persons to set up, no need to special mechanical or electrical devices and equipment, no further maintenance and repair cost, architectural aesthetics regarding to have more flexibility and options for design of openings forms and locations. As the summary results in Table 4 and Table 5 indicate, polymeric composite materials affect damping properties of concrete effectively.	

Fuente: ALESMAR, Luis, RENDON NALIA, Korody. Diseños de mezcla tereftalato de polietileno (pet) cemento. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000100006&script=sci_arttext>. [Citado: 1 de junio de 2014].

Tabla 15. Estudio de hormigones y morteros con agregados de plástico reciclado con árido y carga en la mezcla

TÍTULO	ESTUDIO DE HORMIGONES Y MORTEROS ALIGERADOS CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO COMO ÁRIDO Y CARGA EN LA MEZCLA	
AUTORES	ANTONELLA COSTA DEL POZO	
INSTITUCION	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA	
DIRECTOR	JAUME AVELLANEDA DÍAZ GRANDE	
PAIS Y FECHA	BARCELONA 2012	
REFERENCIA	http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/16661/1/CostadelPozoAntonella_TFM.pdf	03 MAYO 2014
OBJETIVO Y/O RESUMEN		CONCLUSIONES
<p>El objetivo de la investigación desarrollada es utilizar gránulos de plástico reciclado como agregado en la mezcla de morteros en sustitución de una fracción de áridos o agregados naturales. Se reduce la densidad del mortero con el consiguiente aumento del aislamiento térmico y al mismo tiempo se da un nuevo uso al PVC reciclado. La investigación estudia diferentes dosificaciones y determina las características mecánicas y térmicas de cada una de ellas.</p>		<p>El introducir agregados de plástico reciclado a mezclas de mortero resulta ventajoso en cuanto a sus aportes térmicos, no contribuye con las resistencias, por el contrario, estas decrecen, pero si se trata de elementos de construcción que soporten carga ligera, con estos morteros se pueden conseguir buenos resultados, que además aportan un valor agregado, que es el aislamiento y la ligereza del material. Este aporte es muy importante ya que en el futuro se pueden reducir costos, se ahorraría en calefacción o refrigeración, o ya no se invertiría en revestimiento aislante para los muros de cerramiento de la vivienda.</p> <p>Al acabar el ciclo de vida del hormigón convencional, ya sea por antigüedad o demolición, es llevado a las recicladoras para utilizarse como áridos en nuevo hormigón convencional. Sería el mismo caso para estos morteros con agregados de plástico reciclado, ya que pueden ser introducidos en un nuevo material, además que el plástico se encuentra encapsulado dentro del mortero y no escaparía del interior.</p> <p>Resulta ventajoso el usar el plástico reciclado, porque de esta forma se incentiva a las recicladoras a obtener más de este material para introducirlo en el mercado de la construcción, y el desperdicio que iría a parar al medio ambiente o que es incinerado sería cada vez menor.</p> <p>Un hecho de los termoplásticos, como el PVC, es que pueden ser reciclados varias veces antes de perder todas sus propiedades. Entonces, la idea no sería solamente introducir este plástico reciclado a los morteros, ya que este puede seguir siendo usado en algunos productos, como nuevos envases. La idea, principalmente, sería utilizar el plástico reciclado que se encuentra en sus últimos ciclos de vida, es decir, cuando ya llegó a un límite de cantidades de reciclaje y ya no puede fabricarse ningún producto con este. De esta manera, se utilizaría algo que ya va a ser desechado, y así habría menor cantidad de desperdicio. El uso de este plástico de propiedades pobres no afectaría en los morteros, ya que está en la mezcla como un material pasivo y no aporta nada en cuanto a resistencias – pensando que además estos materiales se plantean como materiales no estructurales –. En cuanto a sus propiedades térmicas, se seguirían manteniendo, ya que de igual manera funcionaría bien como aislante térmico, y si este plástico se degradara por completo dentro de un muro de bloques de mortero, quedarían los espacios de aire, resultando igualmente un aislante térmico.</p>

Fuente: COSTA DEL POZO, Antonella. Estudios de hormigones y morteros aligerados de plástico reciclado como árido 11 y carga en la mezcla. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/16661/1/CostadelPozoAntonella_TFM.pdf>. [Citado: 3 de mayo de 2014].

Tabla 16. Estudio de las materias primas de carácter polimerico para su aplicación al hormigón traslúcido.

TÍTULO	ESTUDIO DE LAS MATERIAS PRIMAS DE CARÁCTER POLIMERICO PARA SU APLICACIÓN AL HORMIGON TRASLUCIDO	
AUTORES	JESSICA BATALLER VICEDO	
INSTITUCION	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	
DIRECTOR	LUIS V. GARCIA BALLESTER	
PAIS Y FECHA	VALENCIA- SEPTIEMBRE 2011	
REFERENCIA	http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13740/PFG.pdf?sequence=2	03 JUNIO 2014
	RESUMEN Y/O OBJETIVO	CONCLUSIONES
	<p>Para la formulación de éste hormigón se utilizó una matriz aglutinante, preferentemente dos matrices, una epóxica y otra poli carbonatada, respectivamente con su catalizador, para que al reaccionar químicamente y endurecerse se forme el concreto.</p> <p>También se utilizó cemento tipo Pórtland, de color blanco preferentemente.</p> <p>Como agregados se utilizó fibras de vidrio, sílice sol coloidal y fibras ópticas, pudiéndose utilizar elementos pétreos como gravas y arena.</p> <p>La matriz epóxica utilizada es el éter diglicídico del bisfenol A (DGEBA), que durante 8 horas antes de su empleo se deshidrata a vacío a 80°C.</p> <p>Como endurecedor se utilizó la dietilentriamina (DETA), deshidratada antes de su empleo, sobre tamices moleculares.</p> <p>El policarbonato elegido fue distinto del policarbonato de bisfenol A. Se elaboró a partir de un monómero formando un material entrecruzado gracias a que en los extremos tiene dos grupos arílicos y que al mismo tiempo éstos contienen enlaces dobles de carbono, uniéndose así todas las cadenas.</p> <p>Con la finalidad de mejorar las resistencias a compresión, flexión, tensión y torsión del concreto, se utilizaron fibras de vidrio y fibras molidas, ambas sin ensimaje, y éstas últimas de longitud mayor a 0.02 mm.</p> <p>Como fibras ópticas, se utilizó un hilo fino de vidrio o plástico que servía de guía de la luz. Se utilizaron fibras en su estado puro y sin ningún tipo de recubrimiento para facilitar la transmisión de la luz a través del hormigón y ser utilizados como conductores eléctricos, llamadas fibras vírgenes y fibras monomodo.</p> <p>En lo referente a los aditivos se utilizó pigmentos; agentes antiestáticos para la eliminación de la electricidad estática; agentes de puente para dar unión a la matriz, dar resistencia y proteger contra el envejecimiento; agentes lubricantes para proteger la superficie y agentes fumógenos colantes para dar integridad, rigidez, protección e impregnación, sales metálicas, agentes tixotrópicos, agentes retardadores de llama y agentes de protección UV.</p> <p>Con la función de desecante, agente de vínculo, adhesivo y dispersante, tenemos sílice sol o hidrosol de sílice (mSiO₂ nH₂ O). Se trata de una solución coloidal de alta hidratación molecular de partículas de sílice dispersas en agua, siendo inodoro, insípido y no tóxico.</p>	<p>□ En la patente se mencionan las arenas como un componente del hormigón traslúcido, por lo tanto en vista de los resultados obtenidos en los ensayos</p> <p>Realizados, hay que utilizar un producto para evitar que éstas se depositen y conseguir así una mezcla homogénea.</p> <p>□ Tanto al aumentar la cantidad de arena como al inyectar resina, la arena se precipita, por lo que para que el proceso de inyección fuera efectivo, el hormigón dejaría de ser transparente.</p> <p>□ Destacar la rotura frágil que presentan los materiales poliméricos, siendo esto un inconveniente al ser utilizados como materia prima del hormigón traslúcido.</p> <p>□ No todos los productos comerciales bajo la denominación Epoxi son aptos para su aplicación al hormigón traslúcido debido a la baja transmitancia lumínica que presentan, siendo totalmente opacos.</p> <p>□ En el ensayo a compresión del material polimérico, se produce una rotura frágil, manifestando previamente una microfisuración, siendo ésta suficiente para dejar el material inservible. No se fragmenta la probeta pero se pierde la carga resistente.</p> <p>□ La aplicación conjunta de los dos tipos de resina (metacrilato y epoxi) presenta un problema industrial, ya que el metacrilato tiene una temperatura de moldeo (temp. horno) para los procedimientos de colada y de inyección de 160-175°C y 150-160°C, respectivamente, mientras que las resinas epoxi es 40-70°C. Por lo tanto, si el metacrilato de metilo solo es utilizado mediante colada o inyección, hay que hallar un procedimiento para unir el metacrilato con la resina.</p> <p>□ Los materiales poliméricos presentan notables características mecánicas, destacando el buen comportamiento al esfuerzo de compresión del metacrilato de metilo.</p>

Fuente: VICEDO BATALLER, Jessica. Estudios de las materias primas de carácter polimérico para su aplicación al hormigón traslucido. [En línea]. Disponible en Internet: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13740/PFG.pdf?sequence=2>. [Citado: 3 de junio de 2014].

Tabla 17. Hormigón de ultra alta resistencia con resinas acrílicas.

TÍTULO	HORMIGÓN DE ULTRA-ALTA RESISTENCIA CON RESINAS ACRÍLICAS
AUTORES	ADRIANA CASTELLESE MONZÓ
INSTITUCION	UNIVERSIAD POLITECNICA DE VALENCIA
DIRECTOR	JOSÉ RAMÓN ALBIOL IBAÑEZ
PAIS Y FECHA	ESPAÑA VALENCIA 2010-2011

TÍTULO	HORMIGÓN DE ULTRA-ALTA RESISTENCIA CON RESINAS ACRÍLICAS	
REFERENCIA	http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13543/PFG_ADRIANA_CASTELLESE.docx%3Fsequence%3D...	03 MAYO 2014
RESUMEN Y/O RESUMEN		CONCLUSIONES
<p>El presente proyecto de fin de grado aborda el estudio de un hormigón de ultra-alta resistencia y prestaciones (ultra high performance concrete UHPC) modificado con un aglomerante orgánico constituido por una resina acrílica termoplástica en base agua, es decir, un hormigón modificado con polímeros (HMP). Cuando nos referimos a hormigones de ultra-alta resistencia (UHPC) hablamos de materiales capaces de resistir a compresión más de 200MPa con una durabilidad nunca antes vista, ofreciendo una variedad altísima de interesantes aplicaciones, como la construcción de edificios sostenibles y a la vez económicos, debido a que se pueden llevar a cabo diseños delgados, puesto que son muy resistentes, y van a tener gran durabilidad.</p> <p>Además de sus propiedades mecánicas mejoradas (resistencia a compresión principalmente), tiene una excelente resistencia a la corrosión, pudiendo acercarnos un poco más a las tan deseadas construcciones sin mantenimiento.</p> <p>incorporación de un polímero a la base cementante del hormigón ultra resistente, si lo comparamos con un hormigón convencional, ofrece unas mejoras en sus propiedades, como puede ser la resistencia a flexión (puesto que las de compresión ya son muy elevadas), mayor resistencia al impacto y la abrasión, reducida permeabilidad al agua, resistencia a sales disolventes y al envejecimiento, en general, mayor resistencia a las condiciones ambientales.</p>		

Fuente: MONZO CASTELLESE, Adriana. Hormigón de ultra- alta resistencia con resinas acrílicas. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13740/PFG.pdf?sequence=2>>. [Citado: 3 de mayo de 2014].

Tabla 18. Los hormigones con polímeros en la construcción propiedades y aplicaciones.

TÍTULO	LOS HORMIGONES CON POLÍMEROS EN LA CONSTRUCCION: PROPIEDADES Y APLICACIONES	
AUTORES	A. AGUADO – J.M SALLA	
INSTITUCION	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUNYA	
DIRECTOR	LUIS V. GARCIA BALLESTER	
PAIS Y FECHA	ESPAÑA - CATALUNYA MAYO/JUNIO, 1987	
REFERENCIA	File:///C:/Users/Camilo/Desktop/PRIMER%20SEMESTRE%202014/TRABAJO%20DE%20GRADO/ESPAÑA/1665-2285-1-PB.pdf	03 MAYO 2014
RESUMEN Y/O RESUMEN		CONCLUSIONES
<p>Las resinas en la construcción son conocidas desde hace años si bien aún hoy en día resulta poco comprendida para el usuario. Esto se hace aún más patente en los hormigones con resinas, en las que éstas son un material constituyente más del hormigón.</p> <p>El presente artículo tiene por objeto mostrar los tipos de hormigones con resinas existentes en el campo de la construcción señalando las propiedades que le confieren unas ventajas frente a determinados tipos de aplicaciones (reparaciones, prefabricados, otras). Con este artículo se pretende, de forma sucinta, facilitar al técnico la comprensión de estos materiales así como mostrarle los campos idóneos de aplicación donde son competitivos.</p>		<p>A manera de conclusiones o consideraciones finales cabe señalar que estos hormigones "casi" pueden proyectarse y fabricarse a "medida" de las necesidades requeridas por el proyectista o constructor.</p> <p>Tres son las propiedades principales que direccionan en gran medida el campo de aplicación de los mismos. Estas son: Buenas relaciones resistencia/peso, buen comportamiento frente a agentes agresivos y buena adherencia.</p> <p>El mayor coste de los hormigones con polímeros frente al hormigón convencional, su elevada termo-dependencia y el escaso conocimiento de su comportamiento en el tiempo pueden limitar su utilización.</p>

Fuente: AGUADO M., SALLA J.M. Los hormigones con polímeros en la construcción: propiedades y aplicaciones. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <File:///C:/Users/Camilo/Desktop/PRIMER%20SEMESTRE%202014/TRABAJO%20DE%20GRADO/ESPAÑA/1665-2285-1-PB.pdf>>. [Citado: 3 de mayo de 2014].

Tabla 19. Mix design mechanical, properties and impact resistance of reactive powder concrete.

TÍTULO	MIX DESIGN, MECHANICAL PROPERTIES, AND IMPACT RESISTANCE OF REACTIVE POWDER CONCRETE (RPC)	
AUTORES	MARIOS N. SOUTSOS (1), STEPHEN G. MILLARD (1), AND KONSTANTINOS KARAIKOS (1)	
INSTITUCION	DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, THE UNIVERSITY OF LIVERPOOL, LIVERPOOL, UK	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	INGLATERRA - LIVERPOOL	
REFERENCIA	file:///C:/Users/Camilo/Downloads/soutsos_reactivepowderconcrete.pdf	03 JUNIO 2014
ABSTRACT	CONCLUSIONS	
<p>High performance concretes with compressive strengths of 100 to 120 MPa have been developed and are being increasingly used for the construction of structural elements. More recently, Reactive Powder Concretes (RPCs) have been developed which have enhanced homogeneity (by the elimination of coarse aggregates and the replacement of natural sand with very fine quartz sand), enhanced microstructure (by the use of a high dosage of silica fume and post-set heat-treating), and enhanced ductility (by the incorporation of small specially developed steel fibers. In order to determine guidelines for the production of RPCs the effects of the following parameters on fresh and/or hardened properties have been determined: (a) superplasticizers obtained from different suppliers, (b) water-binder ratio, (c) quartz sand grading, (d) silica fume content, (e) ternary blends, i.e. pulverised fly ash or ground granulated blast furnace slag in combination with silica fume, and (f) volume and type of fibers. Tests on the mechanical properties indicate that RPC has enhanced tensile strength and ductility, i.e. flexural strengths are likely to be between 30₋₂ and 60 MPa and fracture energies above 10000Jm⁻². Initial results from simple impact load tests, without instrumentation, on 1000mm square x 100mm thick unreinforced slab supported on all sides, were very encouraging; the concrete at the top powdered under repeated impacts but there was no indication of tensile cracking. A cone of concrete sheared off from the underside of the slab after about 70 impacts when the thickness of the slab had been reduced considerably by the powdering on the top surface.</p>	<p>It has been shown that concretes with compressive strengths as high as 200MPa and flexural strengths as high as 40MPa can be produced in the laboratory. The high cementitious content required for these concretes, approximately 1200kg/m³, adds considerably to the cost of their production. Partial cement replacement by ground granulated blast furnace slag has been shown to be beneficial for these concretes. The proposed use of ground green glass cullet to replace the silica sand in a new form of Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete could represent an important advance in dealing with the recycling problems of glass in the UK.</p>	

Fuente: SOUTSOS, Marios, MILLARD, Stephen y KARAIKOS, Konstantinos. Mix design mechanical properties and impact resistance of reactive powder concrete (RPC). [En línea]. Disponible en Internet: <URL: file:///C:/Users/Camilo/Downloads/soutsos_reactivepowderconcrete.pdf>. [Citado: 3 de junio de 2014].

Tabla 20. Investigations and study on the effect of ar glass polymer fibres.

TITULO	INVESTIGATIONS AND STUDY ON THE EFFECT OF AR GLASS POLYMER FIBRES IN SELF-COMPACTING SELF-CURING CONCRETE	
AUTORES	S. U. KANNAN1 , SELVAMONY C.1 , M. S. RAVIKUMAR1 AND S. BASIL GNANAPPA	
INSTITUCION	C.S.I ENGINEERING COLLEGE, NAGERCOIL, INDIA	
TÍTULO	MIX DESIGN, MECHANICAL PROPERTIES, AND IMPACT RESISTANCE OF REACTIVE POWDER CONCRETE (RPC)	
AUTORES	MARIOS N. SOUTSOS (1), STEPHEN G. MILLARD (1), AND KONSTANTINOS KARAIKOS (1)	
INSTITUCION	DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, THE UNIVERSITY OF LIVERPOOL, LIVERPOOL, UK	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	INGLATERRA - LIVERPOOL	
REFERENCIA	file:///C:/Users/Camilo/Downloads/soutsos_reactivepowderconcrete.pdf	03 JUNIO 2014
	ABSTRACT	CONCLUSIONS
	<p>High performance concretes with compressive strengths of 100 to 120 MPa have been developed and are being increasingly used for the construction of structural elements. More recently, Reactive Powder Concretes (RPCs) have been developed which have enhanced homogeneity (by the elimination of coarse aggregates and the replacement of natural sand with very fine quartz sand), enhanced microstructure (by the use of a high dosage of silica fume and post-set heat-treating), and enhanced ductility (by the incorporation of small specially developed steel fibers. In order to determine guidelines for the production of RPCs the effects of the following parameters on fresh and/or hardened properties have been determined: (a) superplasticizers obtained from different suppliers, (b) water-binder ratio, (c) quartz sand grading, (d) silica fume content, (e) ternary blends, i.e. pulverised fly ash or ground granulated blast furnace slag in combination with silica fume, and (f) volume and type of fibers. Tests on the mechanical properties indicate that RPC has enhanced tensile strength and ductility, i.e. flexural strengths are likely to be between 30₋₂ and 60 MPa and fracture energies above 10000Jm₋₂. Initial results from simple impact load tests, without instrumentation, on 1000mm square x 100mm thick unreinforced slab supported on all sides, were very encouraging; the concrete at the top powdered under repeated impacts but there was no indication of tensile cracking. A cone of concrete sheared off from the underside of the slab after about 70 impacts when the thickness of the slab had been reduced considerably by the powdering on the top surface.</p>	<p>It has been shown that concretes with compressive strengths as high as 200MPa and flexural strengths as high as 40MPa can be produced₃ in the laboratory. The high cementitious content required for these concretes, approximately 1200kg/m₃, adds considerably to the cost of their production. Partial cement replacement by ground granulated blast furnace slag has been shown to be beneficial for these concretes. The proposed use of ground green glass cullet to replace the silica sand in a new form of Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete could represent an important advance in dealing with the recycling problems of glass in the UK.</p>
DIRECTOR	SATHYABAMA UNIVERSITY, CHENNAI, INDIA	
PAIS Y FECHA	INDIA - FEBRERO 2010	
REFERENCIA	http://www.arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0210_299.pdf	09 MAYO 2014
	ABSTRACT	CONCLUSIONS
	<p>This experimental study is exposing the relationship between permeability and compression strength of AR Glass fiber-reinforced concrete. In addition, it inspects the influence of AR Glass fiber reinforcement on concrete permeability. The AR Glass fibers decrease permeability of specimens with increased volume of fibres. Here an attempt is made to study the permeability of super plasticised concrete with different types of fibres. The fibres are added at the percentages varying from 0.2% to 1.0% by weight of cement at intervals of 0.20%. To maintain a good workability, superplasticiser is added at the dosages of 0.8% by weight of cement. The dosage is arrived considering the workability and strength on simultaneous reduction of cement and water content ranging from 5% to 20% of the reference concrete. The experiment was conducted in a six cell permeability cell at the pressure of 10 kg/cm₂ for 100 hours. Water permeability test is conducted as per IS: 3085-1987 and it is found that on addition of fibres, the co-efficient of permeability of concrete is reduced considerably.</p>	<p>Based on the results obtained in this investigation, four major conclusions were drawn from this research.</p> <p>a) Even at the lowest volume of fibres 0.2% makes the concrete impermeable with good workability and more compression strength;</p> <p>b) The maximum compressive strength of 49.19N/mm² was obtaining at 1.0% volume of fibres with 0.8% of super plasticizer. The percentage improvement of the compressive strength over the reference concrete is 22%;</p> <p>c) With the increased volume of fibres the resistant to penetration of water in the concrete was increased. And at the level of 1% volume of fibres with 0.8% of super plasticizer, the maximum resistance to penetration was found as 95%; and</p> <p>d) A reasonable estimate for volume of fibre and co-efficient of permeability of AR Glass fibrous concrete can be made using equations 1 and 2.</p>

Fuente: KANNAN, Selvamony, RAVIKUMAR, Basil Gananappa. Investigations and study on the effect of ar glass polymer fibres in self- compacting self- curing concrete. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0210_299.pdf>. [Citado: 9 de mayo de 2014].

Tabla 21. Flexural, impact and thermal properties of polymer modified concrete.

TÍTULO	FLEXURAL, IMPACT AND THERMAL PROPERTIES OF POLYMER MODIFIED CONCRETE	
AUTORES	ABDULKADER ISMAIL AL-HADITHI	
INSTITUCION		
DIRECTOR	DR. SALIM AL BAYAN	
PAIS Y FECHA	IKAQ – MARZO 2005	
REFERENCIA	http://www.researchgate.net/publication/257305985_Flexural_Impact_and_Thermal_Properties_of_Polymer_Modified_Concrete	06 MAYO 2014
	ABSTRACT	CONCLUSIONS
	<p>This research includes the study of improving mechanical properties, resistance to high temperature, structural behavior and impact resistance of concrete using styrene butadiene rubber (SBR) with different weight ratios of polymer to cement 3%, 5% and 10%. Two series of polymer modified concrete (PMC) were produced the first level I with moderate compressive strength and the other level II with higher compressive strength.</p> <p>Cubes, prisms and panels were made as follows: Ninety-six (100X100X100 mm) cubes for compressive strength ests, forty-eight (100X100X500 mm) prisms for flexural strength (modulus of rupture), forty-eight (50X50X50 mm) cubes for high temperature tests, thirty-two (500X500X50 mm) panels for low and high velocity impact tests, and eight (95X200X1600 mm) reinforced PMC beams for structural behaviour tests.</p> <p>Results showed an improvement in all properties of polymer modified concrete (PMC) over reference concrete and in particular in low-velocity and high-velocity impact properties. In compressive strength the increase was (7.14%-28.79%) for PH10 and PM5 mixes. In flexural strength the maximum increase was (26.64%) for PH10 mix.</p> <p>In conducting low-velocity impact tests, method of repeated falling mass was used: 1300gm steel ball falling freely from three heights 2400mm, 1200mm and 830mm. In high-velocity impact tests, shooting of 7.62mm bullets was applied to slab specimens from distance of 15m. The improvements were significant in low velocity impact resistance. The maximum increases were (33.33%, 75% and 83.33%) at ultimate failure for falling mass heights 2400mm, 1200mm and 830mm respectively.</p> <p>In high-velocity impact strength tests, maximum reductions recorded in spalling area were (18.5% and 27%) for polymer modified concrete (level I) with moderate compressive strength and polymer modified concrete (level II) with higher compressive strength. Maximum reductions recorded in scabbing area were (11.42% and 35.6%) for polymer modified concrete (level I) with moderate compressive strength and polymer modified concrete (level II) with higher compressive strength, respectively.</p> <p>In the effect of high temperature on concrete tests, PMC (level I) specimens with moderate compressive strength gained a compressive strength greater than reference concrete specimens up to 475 Co. PMC (level II) specimens with higher compressive strength gained a compressive strength greater than reference concrete specimens up to 625 Co.</p> <p>The PMC beams have a stiffer response in terms of structural behaviour, more ductility, and lower cracking deflection than those made by reference concretes.</p>	<p>Based on the extensive research works, the following conclusions can be drawn:</p> <p>7.1.1: Mechanical Properties The mechanical properties of polymer modified concrete has shown an improvement in general due to the inclusion of SBR latex. The increase of (P:C) ratio from 3% to 10% has resulted in:- An increase in 28-day compressive strength varying from 10.34% for (P:C=3%) to 28.79% for (P:C=5%) for PMC level I with moderate compressive strength and 7.14% for (P:C=10%) to 15.6% for (P:C=3%) for PMC level II with higher compressive strength. An increase in 28-day flexural strength varying from 0.817% for (P:C=3%) to 4.9% for (P:C=5%) for PMC level I with moderate compressive strength and 9.52% for (P:C=3%) to 26.64% for (P:C=10%) for PMC level II with higher compressive strength.</p> <p>These increases in mechanical properties may be attributed to the continuous polymer network formed within the concrete body, the improved bond between hydration products and polymer network, and partial filling of pores with polymer.</p> <p>7.1.2: Density The addition of SBR latex slightly increases the concrete air-dry density at (28) day age. The maximum density for PMC with moderate compressive strength was 2410 kg/m³ for PM3 mix whereas the max density for PMC with higher compressive strength was 2370 kg/m³ for PH3.</p> <p>7.1.3: Effect of High Temperature on Concrete · The compressive strength of all mixes decreases with the increasing of degree of temperature. · The PMC level II with higher compressive strength specimens have more resistance to high temperature than those of moderate compressive strength and retained higher percentages of compressive strength up to 475Co. · For PMC level I with moderate compressive strength the reference mix specimens gain a compressive strength greater than that of PMC specimens at temperature degrees greater than 475Co. · For PMC level II with higher compressive strength the reference mix specimens gain a compressive strength greater than that of PMC specimens at temperature degrees greater than 625Co. · Extensibility of Polymer modified concrete is larger than that of reference concrete.</p> <p>7.1.4: Behaviour of Reinforced Polymer Modified Concrete Beams · The beam with the higher steel content and/or higher compressive strength has a stiffer response in terms of load-deflection behaviour, and the beams made from polymer modified concrete have a stiffer response than those made of references mixes. · The polymer modified concrete beams yield high M/Mcr values that range between (1.57 to 3.934). This may be attributed to the high ability to carry the load at post-cracking stage due to the stiffness in polymer modified concrete. · There is a decrease in curvature with an increase in reinforcement ratio. On the other hand, there is a significant decrease in curvature with an increase in concrete compressive strength. The maximum curvature values range between (2.6574X10⁻⁶ and 3.52 X 10⁻⁵ 1/mm).</p> <p>7.1.5: Behaviour of Polymer Modified Concrete Slabs under Impact · Low velocity impact resistance of polymer modified concrete slabs with moderate compressive strength is greater than that of reference mix concrete slabs and the maximum increase in that resistance is: - 33.33% for PM3 and PM10 at 2.4 m falling mass height. - 75% for PM5 at 1.2 m falling mass height. - 83.33% for PM5 at 0.83 m falling mass height.</p>

TÍTULO	FLEXURAL, IMPACT AND THERMAL PROPERTIES OF POLYMER MODIFIED CONCRETE
	<ul style="list-style-type: none"> · Low velocity impact resistance of polymer modified concrete slabs with moderate compressive strength is greater than that of reference mix concrete slabs and the maximum increasing in that resistance were: - 25% for PH3 and PH5 at 2.4 m falling mass height. - 50% for PH10 at 1.2 m falling mass height. - 44.44% for PH5 at 0.83 m falling mass height. · For the different heights of falling mass the lowvelocity impact resistance of the lowest height (0.83m) is greater than that of the other heights. · The addition of SBR polymer leads to decreasing in area of spalling. The maximum reductions in spalling area are equal to (18.5%) for polymer modified concrete level I with moderate compressive strength and equal to (26.4%) for polymer modified concrete level II with higher compressive strength, compared to respective reference concretes. · In general, the addition of SBR polymer leads to decreasing in area of scabbing. The maximum reduction in scabbing area is equal to (35.6%) for polymer modified concrete level I with moderate compressive strength and equal to (11.42%) for polymer modified concrete level II with higher compressive strength, compared to respective reference concretes.

Fuente: AL-HADITHI, Abdulkader Ismail. Flexural impact and thermal properties of polymer modified concrete. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.researchgate.net/publication/257305985_Flexural_Impact_and_Thermal_Properties_of_Polymer_Modified_Concrete>. [Citado: 6 de mayo de 2014].

Tabla 22. Refuerzo a cortante de ménsulas con polímeros reforzados con fibra de carbono.

TÍTULO	REFUERZO A CORTANTE DE MENSULAS CON POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRA DE CARBONO (CFRP)	
AUTORES	S. AHMAD(*), A. SHAH(**), A. NAWAZ(*), K. SALIMULLAH(***)	
INSTITUCION	(*) UNIVERSITY TAXILA (PAKISTAN). (**) ALLAMA IQBAL OPEN UNIVERSITY (PAKISTAN). (***) HAZARA UNIVERSITY (PAKISTAN).	
DIRECTOR		
PAIS Y FECHA	PAKISTAN JULIO – SEPTIEMBRE 2010	
REFERENCIA	http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/428/475	27 ABRIL 2014
	RESUMEN	CONCLUSIONES
	<p>Las ménsulas constituyen lo que conocemos como regiones de "distorsión" en las estructuras de hormigón, zonas en que pueden preverse roturas por cortante debido a las bajas relaciones luz de cortante-canto presentes en ellas. La concentración de solicitaciones producida por el peso de las vigas sobre superficies de carga muy reducidas en las ménsulas a menudo provoca el agrietamiento de puentes y otras estructuras de obra civil. En la literatura especializada sobre el refuerzo a cortante de las ménsulas existen escasos ejemplos de estudios experimentales. Para la presente investigación se han realizado ensayos con nueve elementos de este tipo. Dos de ellos no incluían polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP), mientras que los siete restantes llevaban láminas externas de CFRP, dispuestas siguiendo distintas configuraciones espaciales. Los resultados indican que la configuración y la disposición geométrica de los CFRP repercuten directamente en su resistencia a cortante, que ha resultado ser superior en todas las ménsulas reforzadas con CFRP que en las probetas de control. Los valores más altos de resistencia se han registrado en las probetas en las que la superficie más solicitada por el esfuerzo cortante estaba totalmente confinada por CFRP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha observado que la mayor parte de las roturas en las ménsulas de hormigón armado se producen por esfuerzos cortantes diagonales, independientemente de si llevan o no láminas de CFRP. • Las probetas reforzadas externamente con láminas de CFRP presentan en todos los casos una resistencia a cortante superior que las probetas de referencia sin refuerzo. • El incremento de la resistencia a cortante varía entre el 8 y el 25%, en función de la disposición de las láminas con respecto al plano previsto de rotura. • El refuerzo con CFRP aumenta la rigidez de las ménsulas y hace que las grietas diagonales aparezcan tras la aplicación de cargas muy superiores a las que han de aplicarse en el caso de las probetas de referencia. • Las ménsulas en las que se han colocado láminas de CFRP en dos laterales, tanto en posición recta como con inclinación, han experimentado roturas cuando se ha roto el laminado debido a una longitud insuficiente del anclaje. • En el caso del confinamiento parcial en forma de U, las láminas CFRP incrementan notablemente la resistencia de la ménsula. No obstante, con esta configuración, la rotura producida por el desprendimiento del laminado es muy frágil y repentina. • Dado que el aumento de resistencia a cortante con confinamiento completo es escasamente superior al conseguido con el confinamiento parcial en forma de U, se recomienda este último para el refuerzo de ménsulas. • Las ménsulas reforzadas con CFRP se rompen de un modo más repentino que las probetas de

TÍTULO	REFUERZO A CORTANTE DE MENSULAS CON POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRA DE CARBONO (CFRP)
	referencia. Cuanto mayor es la superficie de láminas CFRP, más frágil es la rotura de la ménsula. Por lo tanto, las estructuras reforzadas con CFRP deben controlarse minuciosamente para evitar roturas frágiles repentinas.

Fuente: AHMAD. [et al.]. Refuerzo a cortante de ménsulas con polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP). [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/428/475>>. [Citado: 27 de abril de 2014].

Tabla 23. Características mecánicas investigación de hormigón polímero uso diseño mezcla de experimentos y de superficie

TÍTULO	CARACTERISITCAS MECANICAS INVESTIGACION DE HORMIGON POLIMERO USO DISEÑO MEZCLA DE EXPERIMENTOS Y DE SUPERFICIE	
AUTORES	MARINELA BARBUTA – DANIEL LAPADATU	
INSTITUCION	UNIVERSIDAD ASACHI	
DIRECTOR	SCIENCE ALERT	
PAIS Y FECHA	ROMANIA	
REFERENCIA	http://scialert.net/abstract/?doi=jas.2008.2242.2249	06 MAYO 2014
	RESUMEN Y/O OBJETIVO	CONCLUSION
	El objetivo de este estudio utiliza una investigación estadística para analizar los datos de diseño de experimentos mezcla e involucrar a los modelos de regresión para determinar la superficie de respuesta de hormigón polímero. Los estudios experimentales se realizaron en hormigón polímero preparado de resina epoxi, humo de sílice (SUF) y agregados. Las combinaciones se diseñaron basándose en el diseño de la mezcla de experimentos concepto. Para cada combinación de hormigón polímero, las propiedades mecánicas fueron estudiadas con metodología de superficie de respuesta (RSM). Los resultados se presentan para el hormigón polímero dado cuenta de una dosis limitada de resina epoxi y SUF como material de relleno y agregados. Se analizó el efecto de cada variable en la respuesta. .	Hormigones de polímero se hicieron con la resina epoxi en una dosis reducida, SUF y agregados. Método de superficie de respuesta se ha utilizado para una mejor comprensión de la influencia de la desviación de los parámetros de PC en la evolución característica mecánica. Las características mecánicas de PC se determinaron experimentalmente y se comparan con los valores previstos. Un análisis estadístico se ha llevado a cabo mediante un diseño de mezcla de experimentos, que permite la predicción de la sensibilidad característica mecánica frente a los principales factores de proceso. A partir del análisis estadístico que dado que todos los factores tienen una influencia importante en las características mecánicas del PC. El porcentaje polímero obtenido a partir del análisis estadístico satisface el requisito de bajo coste y de alta resistencia.

Fuente: BARBUTA MARINELA, Lapadatu Daniel. Características mecánicas investigación de hormigón polímero uso y diseño mezcla de experimentos y de superficie. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://scialert.net/abstract/?doi=jas.2008.2242.2249>>. [Citado: 6 de mayo de 2014].

Según la base de investigaciones son generadas por identidades universitarias, y la siguen empresas privadas lo cual genera mucha expectativa de la iniciativa y el impacto generacional del concreto (hormigón), para el mundo.

¿Que aporte tienen las universidades sobre investigación de la incidencia de los polímeros en el concreto? La búsqueda se enfocó en las universidades pero hay partes del mundo que sus investigaciones aplicadas al tema no surgen si no por parte de empresas privadas pero su nivel de compromiso de reformar la forma de producir un concreto es de vital importancia.

El hombre y su evolución en un mundo que basa en regenerar diversos espacios los cuales desea crear, mantener y reforzar estas investigaciones reafirmar el uso de nuevos elementos en la generación de mega obras.

El concreto como parte importante como lo es el hierro forjan una unión que nunca podrán separarse pero si pueden tener mejoras, lo que busca las universidades es crear un espíritu científico a sus futuros profesionales.

Según los 23 artículos o documentos citados se agruparon y se identificaron ventajas y desventajas sobre la incidencia que tienen los polímeros en el concreto. El análisis se realizó según la clase de polímeros, se muestran datos de resistencia a compresión y tensión, durabilidad, manejabilidad etc.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Tabla 24. Polímeros naturales.

POLÍMEROS NATURALES			
PAIS	ESTUDIO-INVESTIGACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ARGENTINA-2010	DISEÑO DE HORMIGONES Y MORTEROS LIGEROS DE ALTA RESISTENCIA EMPLEANDO ZEOLITAS NATURALES SIN PRESATURACION	1. Menor densidad	
		2. Mayor resistencia a la compresión	
		3. Mayor resistencia a la tracción	
MÉXICO-2013	CONCRETO POLIMERICO REFORZADO CON FIBRAS DE LUFFA	1. Menor módulo de elasticidad 2. Aumenta la deformación en el punto máximo de esfuerzo	Menor resistencia a la compresión

Fuente: Autores.

Los polímeros naturales surgen en una manera clara de cómo aprovechar estos elementos lo cual utilizando apropiadamente surgen interrogantes de cómo mejorar su utilización.

Tabla 25. Polímeros semi sintéticos.

POLÍMEROS SEMISINTETICOS			
PAIS	ESTUDIO- INVESTIGACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
VENEZUELA-2008	ESTUDIO DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO DE RECICLADO DE DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTÍCULAS	1. Concreto más liviano	1. Menor resistencia a la compresión
		2. Menor porosidad	2. Menor resistencia a la tensión

Fuente: Autor.

Tabla 26. Polímeros sintéticos.

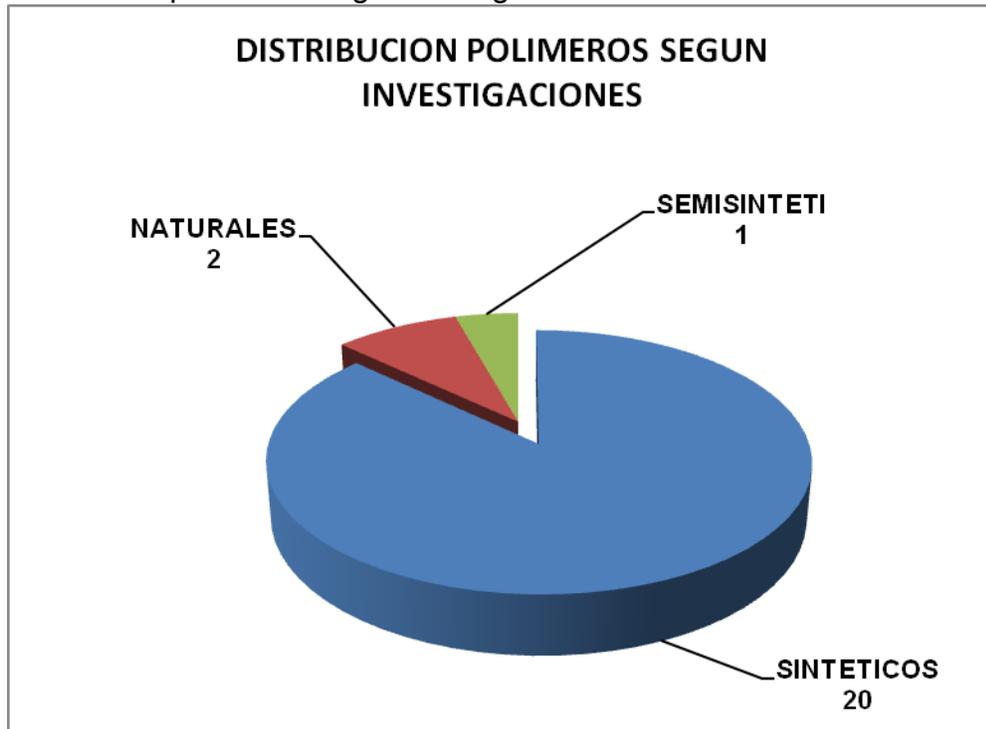
POLÍMEROS SINTETICOS			
PAIS	ESTUDIO- INVESTIGACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CHILE-SANTIAGO DE CHILE-2006	INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA RESPECTO DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE POLÍMEROS ACRÍLICOS, COMPATIBLES CON LOS ÁLCALIS DEL CEMENTO, EN LA MASA DE HORMIGONES DE CEMENTO	1. Mayor resistencia a la compresión	
		2. Mayor resistencia a la tensión	
		2. Aumenta su durabilidad	
VENEZUELA-2008	DISEÑOS DE MEZCLA DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET)-CEMENTO		La arena no puede ser sustituida por el material de tereftalato de polietileno (PET)
BRASIL -2006	CEMENTO GEOPOLIMERO HORMIGÓN ARMADO DE ACERO DE FIBRA	Mayor resistencia a la tracción	
BRASIL-2006	INFLUENCIA DE ADICIONES DE COPOLÍMERO VA / E VEOVA FIBRAS SINTETICAS EN PROPIEDADES DE PASTA DE CEMENTO PORTLAND	Mayor ductilidad	Reduce resistencia a la compresión
BRASIL-2010	ESTUDIO EXPERIMENTAL Y MODELO TEÓRICO DEL HORMIGÓN CONFINADO LATERALMENTE CON	1. Mayor resistencia a la compresión	

POLÍMEROS SINTÉTICOS			
PAIS	ESTUDIO- INVESTIGACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRAS (FRP)	2. Mayor ductilidad	
ARGENTINA	HORMIGONES DE POLIMERO: VINCULACION CON HORMIGONES TRADICIONALES	1. Mayor resistencia a la compresión 2. Mayor resistencia a la tensión	
MÉXICO-2012	CONCRETO POLIMÉRICO REFORZADO CON FIBRAS: EFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA	Mayor resistencia a la compresión	Mayor elasticidad
MEXICO-1999	LA MÚLTIPLE IDENTIDAD DEL CONCRETO	1. Mayor resistencia a la compresión 2. Aumenta su durabilidad 3. Mayor flexotracción 4. Gran rapidez de endurecimiento	Suceptibilidad a la temperatura
MEXICO	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE PROLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADOS PLÁSTICOS Y ENDURECIDO	1. Menor contracción y agrietamiento por secado 2. Mayor resistencia al impacto 3. Mayor tenacidad	
ESTADOS UNIDOS -2012	INFLUENCIA DEL POLICARBOXILATO ETER POLÍMEROS (PCE) SOBRE LA SOSTENIBILIDAD EN PRODUCCION DE HORMIGON	Mejora el impacto medio-ambiental en las etapas de producción de hormigón	
ESPAÑAN -2011	ESTUDIO DE LAS MATERIAS PRIMAS DE CARÁCTER POLIMERICO PARA SU APLICACIÓN AL HORMIGON TRASLUCIDO		Menor resistencia a la compresión
ESPAÑA -2012	ESTUDIO DE HORMIGONES Y MORTEROS ALIGERADOS CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO COMO ÁRIDO Y CARGA EN LA MEZCLA	1. Mejora sus aportes térmicos 2. Menor densidad del mortero	1. Menor resistencia a la compresión 2. Menor resistencia a la tracción
ESPAÑA-1987	LOS HORMIGONES CON POLÍMEROS EN LA CONSTRUCCION: PROPIEDADES Y APLICACIONES	1. Buena relación resistencia/peso 2. Buena adherencia 3. Buen comportamiento frente a agentes agresivos	
ROMANIA	CARACTERISITCAS MECANICAS INVESTIGACION DE HORMIGON POLIMERO USO DISEÑO MEZCLA DE EXPERIMENTOS Y DE SUPERFICIE	1. Bajo costo 2. Alta resistencia	
ESPAÑA-2010-2011	HORMIGÓN DE ULTRA-ALTA RESISTENCIA CON RESINAS ACRÍLICAS.	1. Mayor resistencia a la compresión 2. Mayor resistencia a la corrosión 3. Mayor resistencia al impacto y abrasión 4. Mayor durabilidad 5. Menor permeabilidad 6. Mayor resistencia a condiciones ambientales	
INGLATERRA	DISEÑO DE LA MEZCLA, LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y RESISTENCIA AL IMPACTO DE REACTIVO EN POLVO HORMIGÓN (RPC)	1. Mejor homogeneidad 2. Mejor resistencia la tracción 3. Menor agrietamiento a la tracción	Mayor costo de producción
AUSTRALIA	INFLUENCIA DE LOS POLÍMEROS EN PROPIEDADES DE AMORTIGUACIÓN DE HORMIGÓN	1. Mayor amortiguamiento	

POLÍMEROS SINTETICOS			
PAIS	ESTUDIO- INVESTIGACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
		2. Mayor estabilidad a fuerzas dinámicas (Terremotos, Vientos)	
PAKISTAN-2010	REFUERZO A CORTANTE DE MENSULAS CON POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRA DE CARBONO (CFRP)	1. Mayor resistencia a cortante. 2. Mayor rigidez 3. Menor agrietamiento	
IKAQ-2005	FLEXION, IMPACTO Y PROPIEDADES TERMICAS DE HORMIGON POLIMERO MODIFICADO	1. Mayor resistencia a cortante 2. Menor agrietamiento	
INDIA-2010	INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SOBRE EL EFECTO DE LAS FIBRAS DE VIDRIO AR POLIMERO EN AUTOPOLIMERIZABLE CONCRETO AUTOCOMPACTABLE	1. Menor permeabilidad 2. Mejor trabajabilidad 3. Mayor resistencia a la compresión	

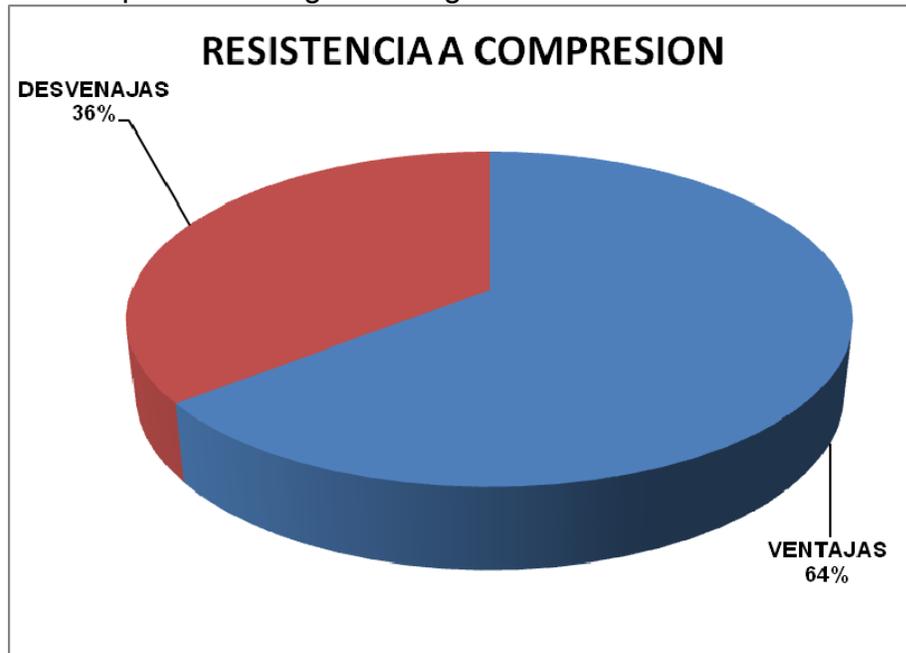
Fuente: Autor.

Figura 3. Grafica polímeros según su origen.



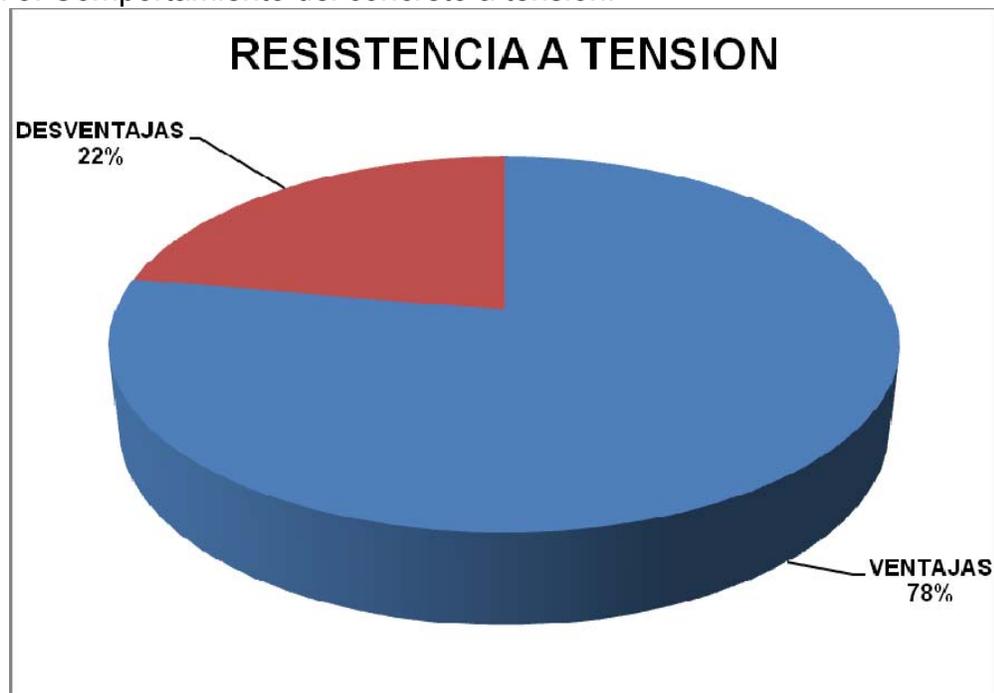
Fuente: Autor.

Figura 4. Grafica polímeros según su origen.



Fuente: Autor.

Figura 5. Comportamiento del concreto a tensión.



Fuente: Autor.

5. CONCLUSIONES

Las investigaciones dan a conocer variaciones en las propiedades del concreto al adicionarle polímeros en busca de mejorar sus características. Según su origen los polímeros se clasifican en tres grupos: naturales, sintéticos y semi-sintéticos.

De la muestra considerada se evidenció una mayor cantidad de investigaciones a la mezcla de concreto con polímeros sintéticos (87%).

La desventaja que se encontró en mayor número es el alto costo y en algunos casos el aumento de la deformación por aumento de temperatura (fibras naturales).

Las propiedades mecánicas, como la resistencia a compresión y tensión mejoran significativamente en la mayoría de los ensayos. En algunos casos al adicionar polímeros a base de plástico al concreto mejora su densidad (menor peso del concreto) pero es más susceptible al calor.

Los polímeros semi-sintéticos a base caucho reciclado producen un concreto de baja densidad y menor porosidad, pero menos resistente a compresión y tensión.

BIBLIOGRAFÍA

AGUADO M. y SALLA J.M. Los hormigones con polímeros en la construcción: propiedades y aplicaciones. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: File:///C:/Users/Camilo/Desktop/PRIMER%20SEMESTRE%202014/TRABAJO%20DE%20GRADO/ESPAÑA/1665-2285-1-PB.pdf >. [Citado: 3 de mayo de 2014].

AHMAD. [et al.]. Refuerzo a cortante de ménsulas con polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP). [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/428/475>. [Citado: 27 de abril de 2014].

AIRE, Carlos. [et al.]. Estudio experimental y modelo teórico del hormigón confinado lateralmente con polímeros reforzados con fibras (FRP). [En línea]. Disponible en Internet: <URL: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/167-282-2-PB%20(1).pdf>. [Citado: 5 de mayo de 2014].

ALESMAR, Luis, RENDON NALIA, Korody. Diseños de mezcla tereftalato de polietileno (pet) cemento. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000100006&script=sci_arttext>. [Citado: 1 de junio de 2014].

AL-HADITHI, Abdulkader Ismail. Flexural impact and thermal properties of polymer modified concrete. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.researchgate.net/publication/257305985_Flexural_Impact_and_Thermal_Properties_of_Polymer_Modified_Concrete>. [Citado: 6 de mayo de 2014].

BARRERA MARTINEZ, Gonzalo, MARTINEZ CRUZ, Elisa y MARTINEZ LOPEZ, Miguel. Concreto polimérico reforzado con fibras efecto de la radiación Gama. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/SEPT12/martinez.pdf >. [Citado: 1 de mayo de 2014].

CASTAÑÓN, José Martín y HUERTA CHARLES, Humberto Javier Conceptos fundamentales. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://clubensayos.com/M%C3%BAAsica-Y-Cine/Rock/1212188.html>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

CEMEX MEXICO. Centro de tecnología Cemento y Concreto. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.cemexmexico.com/DesarrolloSustentables/CentroDeTecnologia.aspx>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

COSTA DEL POZO, Antonella. Estudios de hormigones y morteros aligerados de plástico reciclado como árido 11 y carga en la mezcla. [En línea]. Disponible en

Internet: <URL:
http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/16661/1/CostadelPozoAntonella_TFM.pdf>. [Citado: 3 de mayo de 2014].

FERRACUTI, VALEZ y PRIANO. Hormigones de polímero vinculación con hormigones tradicionales. [En línea]. Disponible en Internet: <URL:
<http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/neuquen/Trabajos/1301.PDF>>. [Citado: 1 de junio de 2014].

GAYOSO BLANCO, Regino. Diseño de hormigones y morteros ligeros de alta resistencia empleando zeolitas naturales sin pre saturación. [En línea]. Disponible en Internet: <URL:
http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%203/CINPAR%20077.pdf>. [Citado: 2 de junio de 2014].

INSTITUTO DEL CONCRETO. Usos y aplicaciones de las fibras en el concreto Colombia. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.asocreto.org.co>>. [Citado: 5 junio de 2014].

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO. Concreto durable: el inicio del cambio. [En línea]. Disponible en Internet: <URL:
<http://www.imcyc.com/revista/2000/feb2000/durable.html>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

KANNAN, Selvamony, RAVIKUMAR, Basil Gananappa. Investigations and study on the effect of ar glass polymer fibres in self- compacting self- curing concrete. [En línea]. Disponible en Internet: <URL:
http://www.arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0210_299.pdf>. [Citado: 9 de mayo de 2014].

MARMORATO, Carlos Eduardo, FERRERIRA, Osny. Influencia de adicciones de copolimero fibras sintéticas en propiedades en pasta de cemento portland. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.pyrament.com.br/PDF/10.pdf> >. [Citado: 4 de mayo de 2014].

MARTINEZ BARRERA, Gonzalo, MARTINEZ LOPEZ, Miguel y MARTINEZ CRUZ, Elisa. Concreto polimérico reforzado con fibras de luffa. [En línea] Disponible en Internet: <URL:
http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642013000400008&script=sci_arttext>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

MENDOZA, Carlos Javier, DAVILA, Paula. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plásticos y endurecidos. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.imcyc.com/ccid/pdf/ene-jun11_3r.pdf >. [Citado: 14 de mayo de 2014].

MONZO CASTELLESE, Adriana. Hormigón de ultra- alta resistencia con resinas acrílicas. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13740/PFG.pdf?sequence=2>>. [Citado: 3 de mayo de 2014].

PEREIRA, SILVA y THAUMA TURGO. Cemento geo-polímero hormigón armado de acero fibra. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.pyrament.com.br/PDF/10.pdf> >. [Citado: 4 de mayo de 2014].

REVISTA DE LA CONSTRUCCION. Investigación exploratoria respecto del efecto de la incorporación de polímeros acrílicos, compatibles con los álcalis del cemento, en la masa de hormigones de cemento. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www7.uc.cl/ccivil_revista/revista/Rev_8/_REVISTA_N8_FULL.pdf>. [Citado: 26 de abril de 2014].

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA. Estudio del concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños partículas. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652008000100005&script=sci_arttext >. [Citado: 3 de mayo de 2014].

SOMPURA, Ketan; OETIKER, Dominik. Influence of Polycarboxylate Ether Polymers (PCE) on Sustainability in Concrete Production, ACI- Spring Convention. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Webinars/Sompura.pdf> >. [Citado: 14 de mayo de 2014].

SOSA G. [et al]. Diagnóstico de las tendencias de investigación y desarrollo en el área de tecnologías de construcción de edificaciones. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/4124>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

SOUTSOS, Marios, MILLARD, Stephen y KARAIKOS, Konstantinos. Mix design mechanical properties and impact resistance of reactive polder concrete (RPC). [En línea]. Disponible en Internet: <URL: file:///C:/Users/Camilo/Downloads/soutsos_reactivepowderconcrete.pdf>. [Citado: 3 de junio de 2014].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DE ESPAÑA. Definiciones. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.uned.es/quim-5-macromoleculas/conceptos/definiciones.htm>>. [Citado: 14 de mayo de 2014].

VICEDO BATALLER, Jessica. Estudios de las materias primas de carácter polimérico para su aplicación al hormigón traslucido. [En línea]. Disponible en Internet: <URL:

<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13740/PFG.pdf?sequence=2>>. [Citado: 3 de junio de 2014].