

# “COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE POLIPROPILENO MULTIFILAMENTO: INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE FIBRA ADICIONADO”

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior en Ingeniería de la Edificación  
Taller Proyecto Final de Grado en Materiales Avanzados

Alumno: Fernando Muñoz Cebrián  
Directores Académicos: José Ramón Albiol Ibáñez  
Luis Vicente García Ballester

# RESUMEN

## ▣ Hormigón Reforzado con Fibra de Polipropileno Multifilamento

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la influencia de la incorporación de fibra de polipropileno multifilamento en hormigones de altas prestaciones, en las propiedades mecánicas del hormigón endurecido.

En la investigación se realizaron ensayos comparativos entre un mortero patrón, que no contenía fibras y morteros con distinto porcentaje de fibra adicionado. La fibra adicionada osciló entre el 5% y el 20% en peso del cemento. Las propiedades del hormigón que se estudiaron fueron la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexotracción.

Se pudo observar que a mayor cantidad de fibra adicionada menor es la trabajabilidad del hormigón.

En el hormigón endurecido se logró determinar que la adición de fibras de polipropileno no tiene mayor influencia en el aumento de la resistencia a la compresión del hormigón, y que por el contrario, el aumento de la cantidad de fibra de polipropileno presente en la mezcla de hormigón incide directamente en la disminución de la resistencia a la flexotracción de éste.

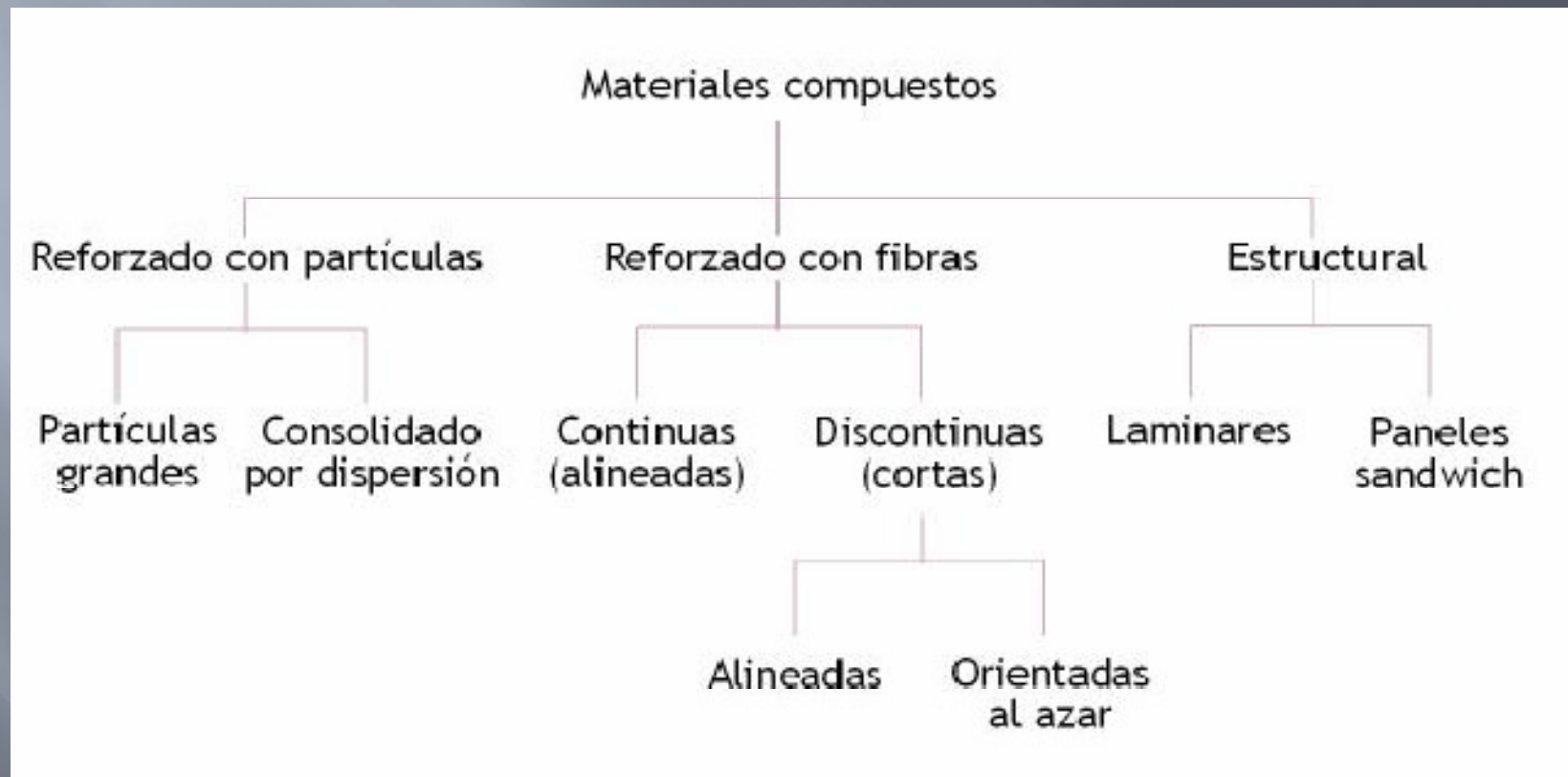
Del análisis de los resultados de la presente investigación unido a la investigación bibliográfica, se desprende que algunas de las aplicaciones prácticas del hormigón reforzado con fibras de polipropileno serían: losas de hormigón (soleras, forjados), pavimentos de hormigón, hormigón y mortero proyectado, morteros, revocos de fachadas, revocos de para mejor la resistencia al fuego, elementos prefabricados, etc.

# ÍNDICE

- ▣ PARTE 1 : ANTECEDENTES TEÓRICOS
- ▣ PARTE 2 : PROGRAMA Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL
- ▣ PARTE 3 : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

# PARTE 1 : ANTECEDENTES TEÓRICOS

# Clasificación de los Materiales Compuestos (Callister, 1996).





# *Fibra de polipropileno multifilamento.*

Las fibras de polipropileno multifilamento son especialmente tratadas, diseñadas y producidas para su uso en hormigones y morteros. Se presentan en forma de mechas compuestas de polipropileno multifilamento con un agente de superficie. Se distribuyen aleatoriamente dentro de la masa de hormigón o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

La adición de este producto reduce la fisuración por retracción superficial en morteros y sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del hormigón, aportando las siguientes ventajas:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento del índice de tenacidad del hormigón.
- Mejora la resistencia al impacto.
- Reduciendo la fragilidad.

# *Fibra de polipropileno multifilamento.*



# PARTE 2 : PROGRAMA Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL



# Objetivos

- ▣ El objetivo general de esta memoria es determinar cómo varían las propiedades mecánicas del hormigón al adicionarle distintos porcentajes de fibra de polipropileno multifilamento
- ▣ Los objetivos específicos a conseguir
  - Determinar la resistencia a la flexotracción
  - Determinar la resistencia a la compresión.
- ▣ La variable a estudiar será el porcentaje de fibra de polipropileno multifilamento adicionada al hormigón, y su incidencia en la resistencia a compresión y resistencia a flexotracción de éste.

# Programa de Ensayos

EN LA CONFECCIÓN DE LAS DISTINTAS AMASADAS EL RESTO DE LOS COMPONENTES PERMANECERÁ FIJO	VARIABLES	
	TIPO DE CEMENTO	% DE FIBRAS ADICIONADAS
	CEM II/B-V 42,5 R	0
		5
		10
		20
	CEM I -52.5 R	0
		5
		10
		15

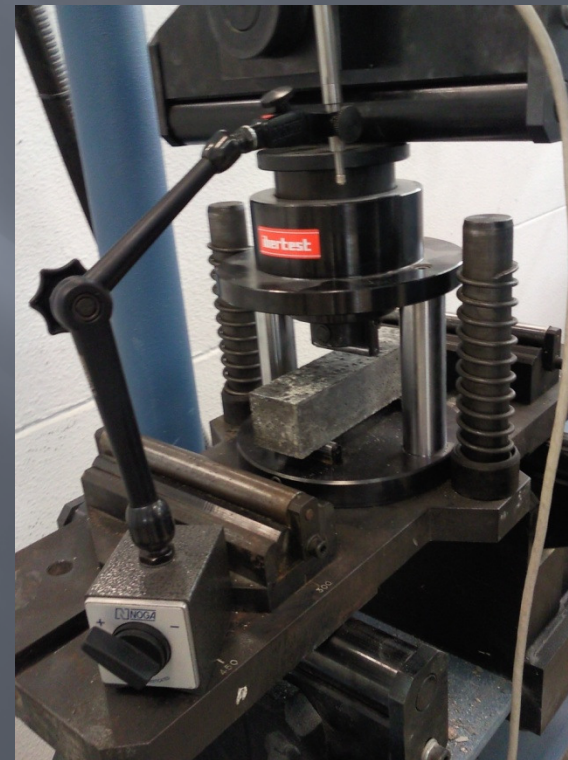
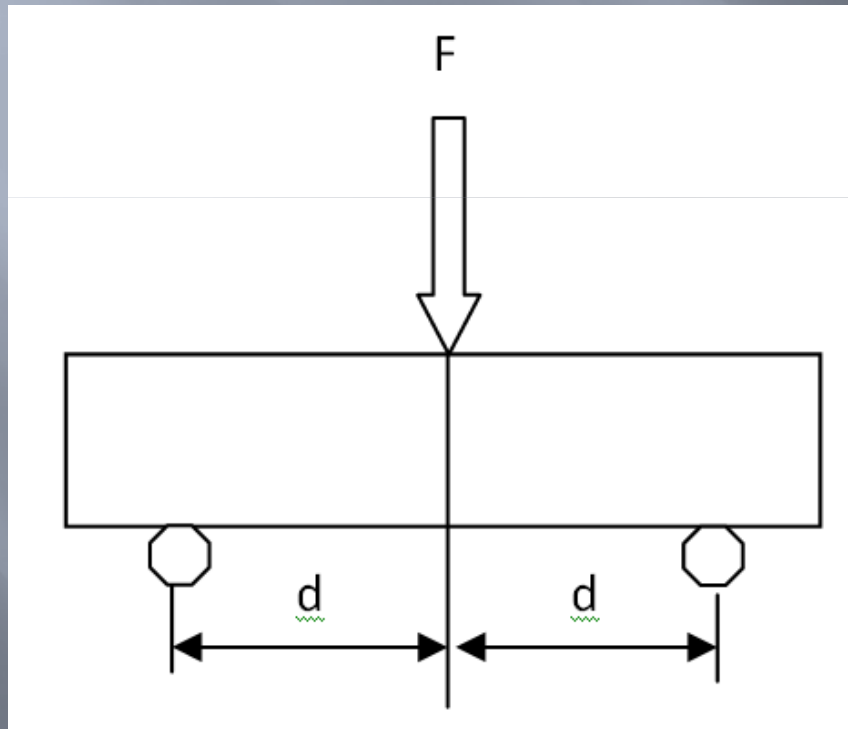
# Programa de Ensayos

TIPO DE HORMIGON	TIPO DE CEMENTO	ENSAYO	TIEMPO
endurecido	CEM II/B-V 42,5 R	Flexo-tracción	8 días
		compresión	8 días
endurecido	CEM I -52.5 R	Flexo-tracción	8 días
		compresión	8 días

# Descripción de los Ensayos

## ENSAYO DE FLEXOTRACCIÓN

UTILIZAREMOS PROBETAS DE SECCIÓN CUADRADA DE 40 MM Y LONGITUD 160 MM, POR LO TANTO, DEBIDO A NUESTRA REDUCIDA GEOMETRÍA REALIZAREMOS EL ENSAYO APLICANDO UNA ÚNICA CARGA PUNTUAL EN LA MITAD DE LA LUZ, QUE REFLEJARÁ CON LA MISMA EXACTITUD LOS RESULTADOS.



# Descripción de los Ensayos

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

- ▣ La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del hormigón, siendo también el factor que se emplea frecuentemente para definir su calidad.
- ▣ El valor de la resistencia obtenido en el ensayo no es absoluto, puesto que depende de las condiciones en que ha sido realizado. Entre estas condiciones, las de mayor influencia son analizadas a continuación:
  - a. Forma y dimensiones de la probeta
  - b. Condiciones de ejecución del ensayo
  - c. Características del hormigón
  - d. Condiciones ambientales





# MATERIALES EMPLEADOS



# DOSIFICACIÓN DE LA AMASADA PATRÓN

Material	Peso (g/litro)
Cemento	1000
Humo de Sílice	200
Árido Sikadur-502	600
Silicato de Alúmina	400
Aditivo <u>Sika ViscoCrete-20 HE</u>	60
Agua de amasado	260
Peso total	2520
Relación A/C	0.26

# SÍNTESIS DEL TRANSCURSO DE LA INVESTIGACIÓN

TANDA 1		
ENSAYOS REALIZADOS CON CEM 42,5 R LAFARGE		
abr-11	TAREA DESEMPENADA	
martes	12	Elaboración de las amasadas y confección de las probetas ( se colocaron en la cámara húmeda, curado inicial)
miércoles	13	Desmoldado y colocación en la cámara húmeda
jueves	14	Cámara húmeda
viernes	15	Colocación de las probetas en el horno a 60º sumergidas en agua
sábado	16	horno
domingo	17	horno
lunes	18	Sacar del horno y colocación en cámara húmeda
martes	19	Realización de los ensayos de flexotracción y compresión

TANDA 2		
ENSAYOS REALIZADOS CON CEM 52,5 R CEMENTOS LA UNIÓN		
may-11	TAREA DESEMPENADA	
martes	10	Elaboración de las amasadas y confección de las probetas ( se colocaron en la cámara húmeda, curado inicial)
miércoles	11	Desmoldado y colocación en la cámara húmeda
jueves	12	Cámara húmeda
viernes	13	Colocación de las probetas en el horno a 60º sumergidas en agua
sábado	14	horno
domingo	15	horno
lunes	16	Sacar del horno y colocación en cámara húmeda
martes	17	Realización de los ensayos de flexotracción y compresión

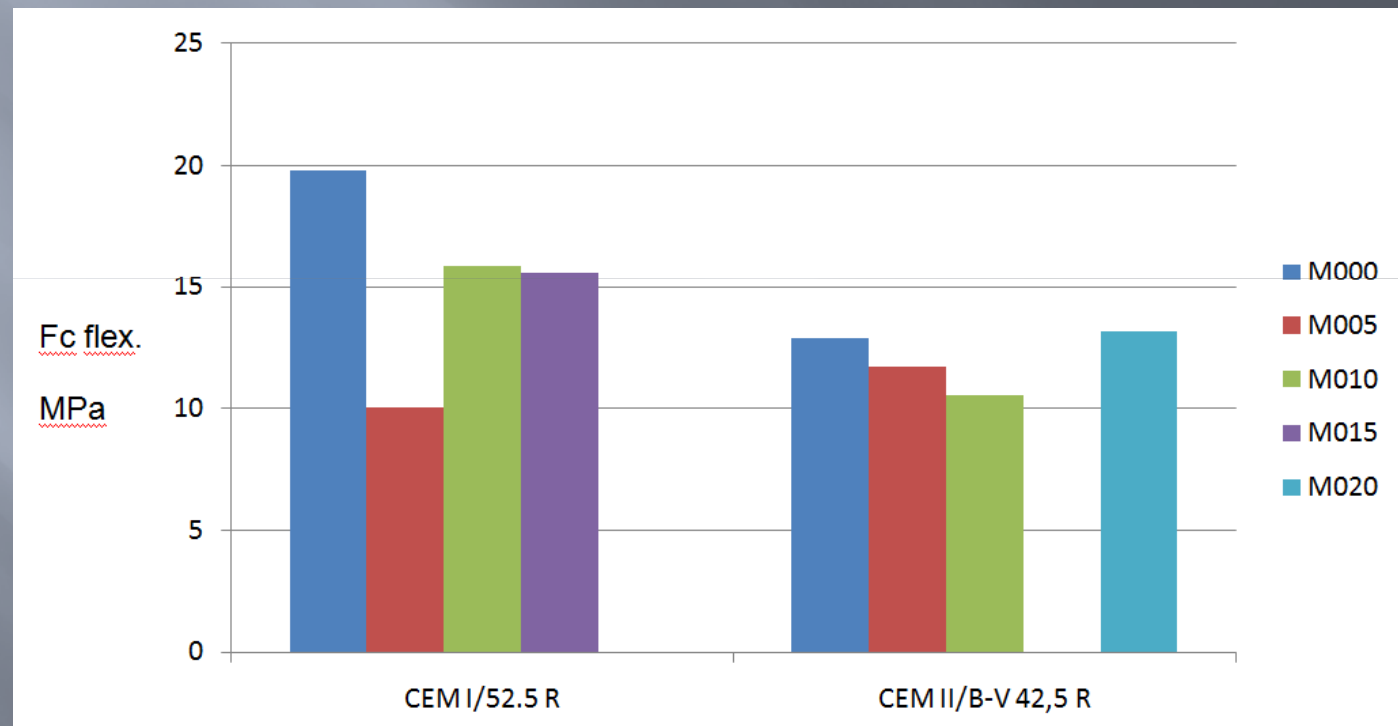
PARTE 3 :  
ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN DE  
LOS RESULTADOS Y  
CONCLUSIONES

# ENSAYO DE FLEXOTRACCIÓN

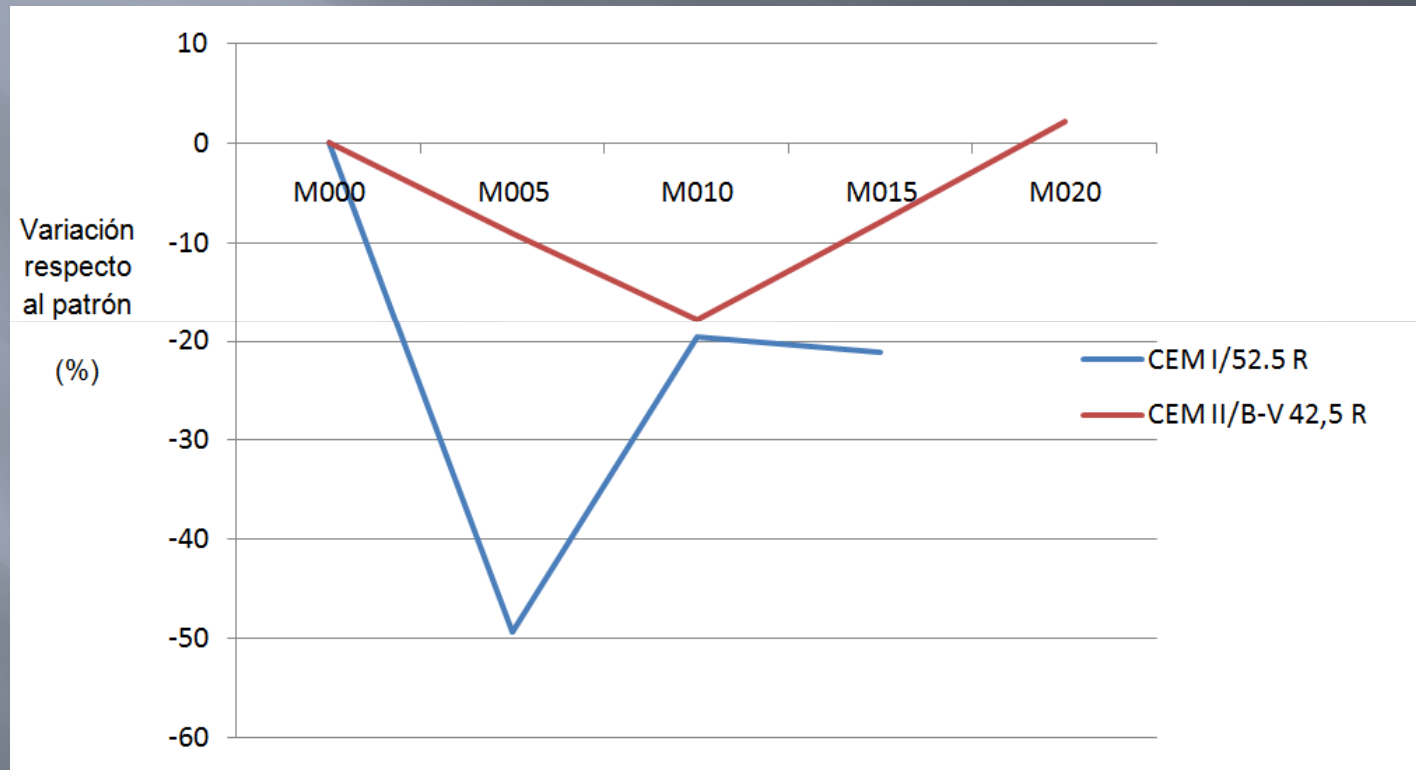
Indicador de Fibras	%	Promedio de Resistencia a <u>Flexotracción (MPa)</u>		Variación respecto de la amasada patrón	
		CEM I/52.5 R	CEM II/B-V 42,5 R	CEM I/52.5 R	CEM II/B-V 42,5 R
M000	0%	19.77	12.85	-	-
M005	5%	10	11.67	- 49.41%	-9.18%
M010	10%	15.88	10.55	-19.67%	-17.89%
M015	15%	15.58	-	-21.19%	-
M020	20%	-	13.13	-	2.18%



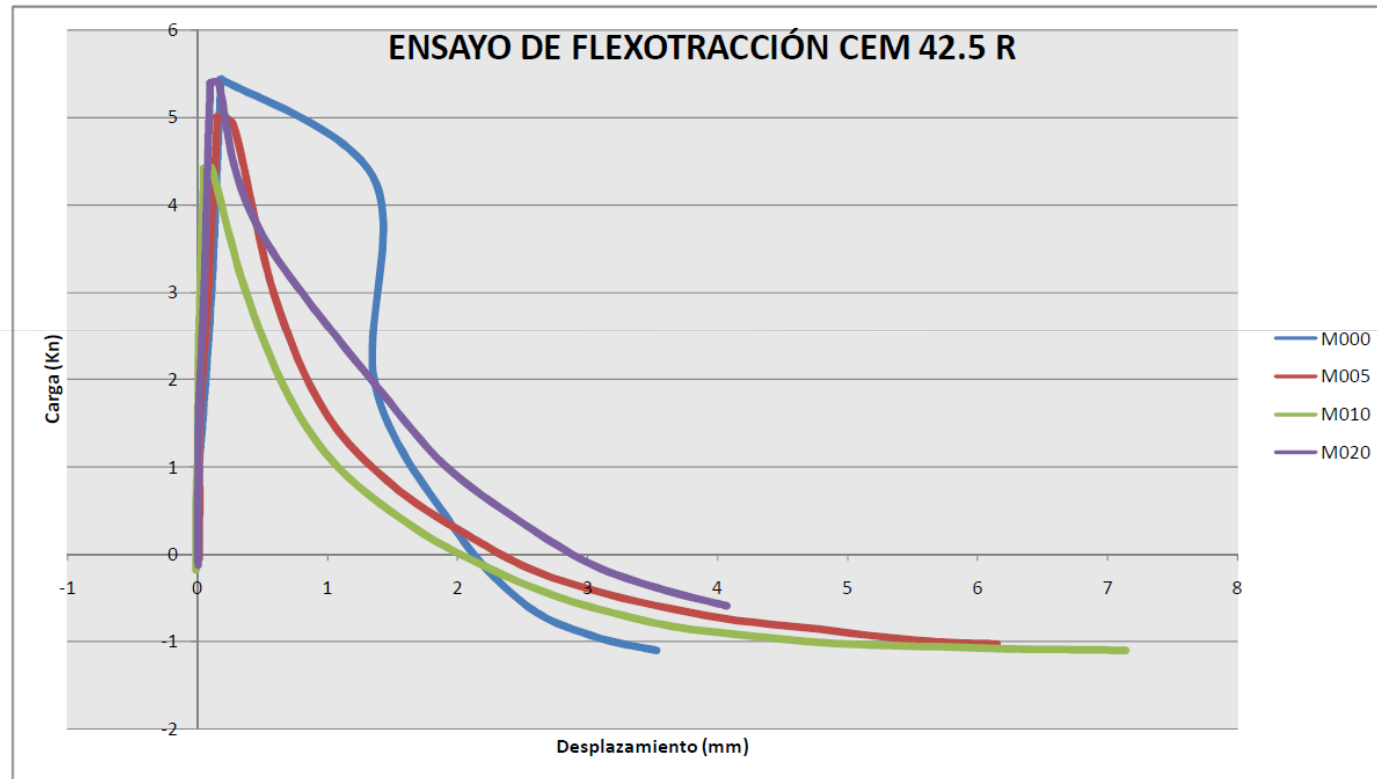
# Resultado del Ensayo a Flexotracción



## Variación (%) de la resistencia a Flexotracción por influencia de la fibra agregada

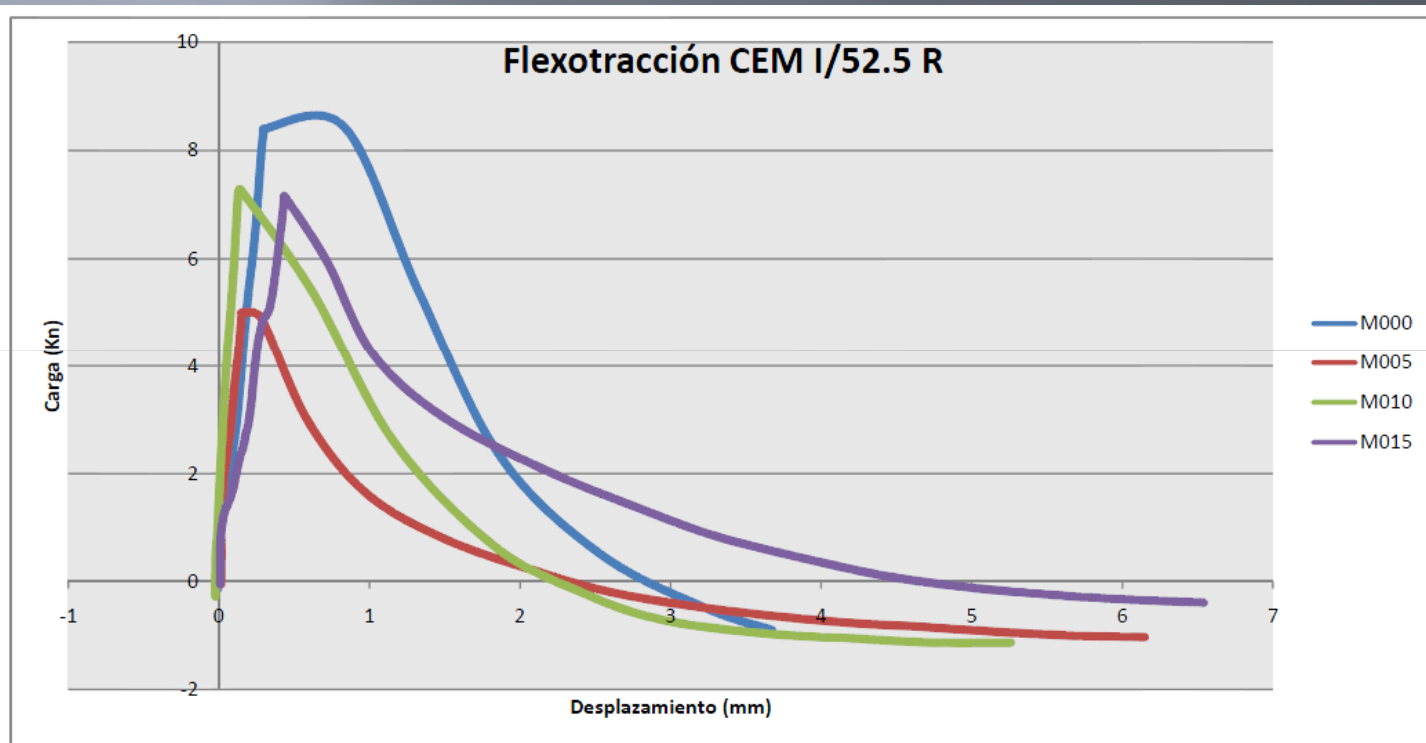


# Gráfico comparativo entre las resistencias a Flexotracción de los morteros con distintas cantidades de fibra



Área M000 > Área M020 > Área M005 > Área M010  
Mayor Área = Mayor Tenacidad

# Gráfico comparativo entre las resistencias a Flexotracción de los morteros con distintas cantidades de fibra



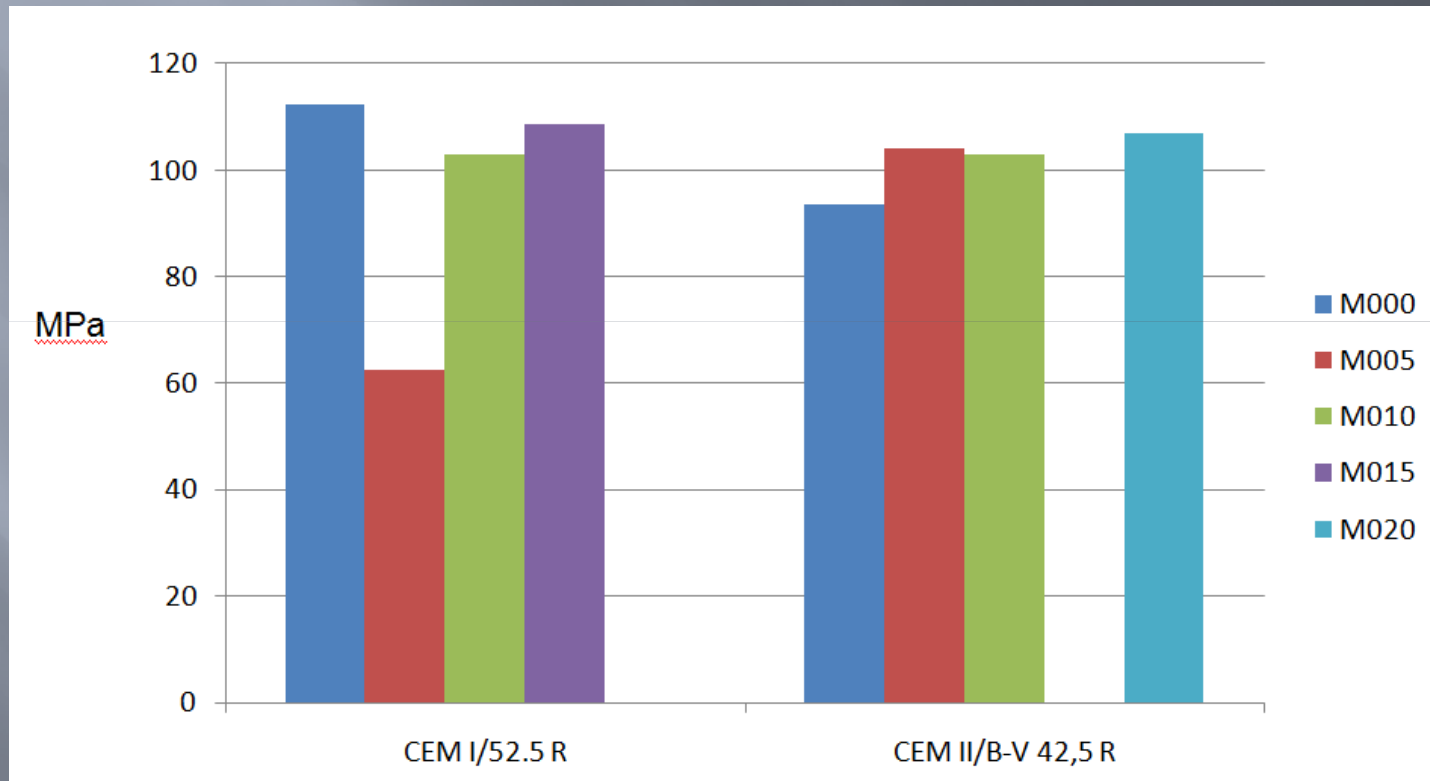
Área M000 > Área M015 > Área M010 > Área M005  
Mayor Área = Mayor Tenacidad

# ENSAYO DE COMPRESIÓN

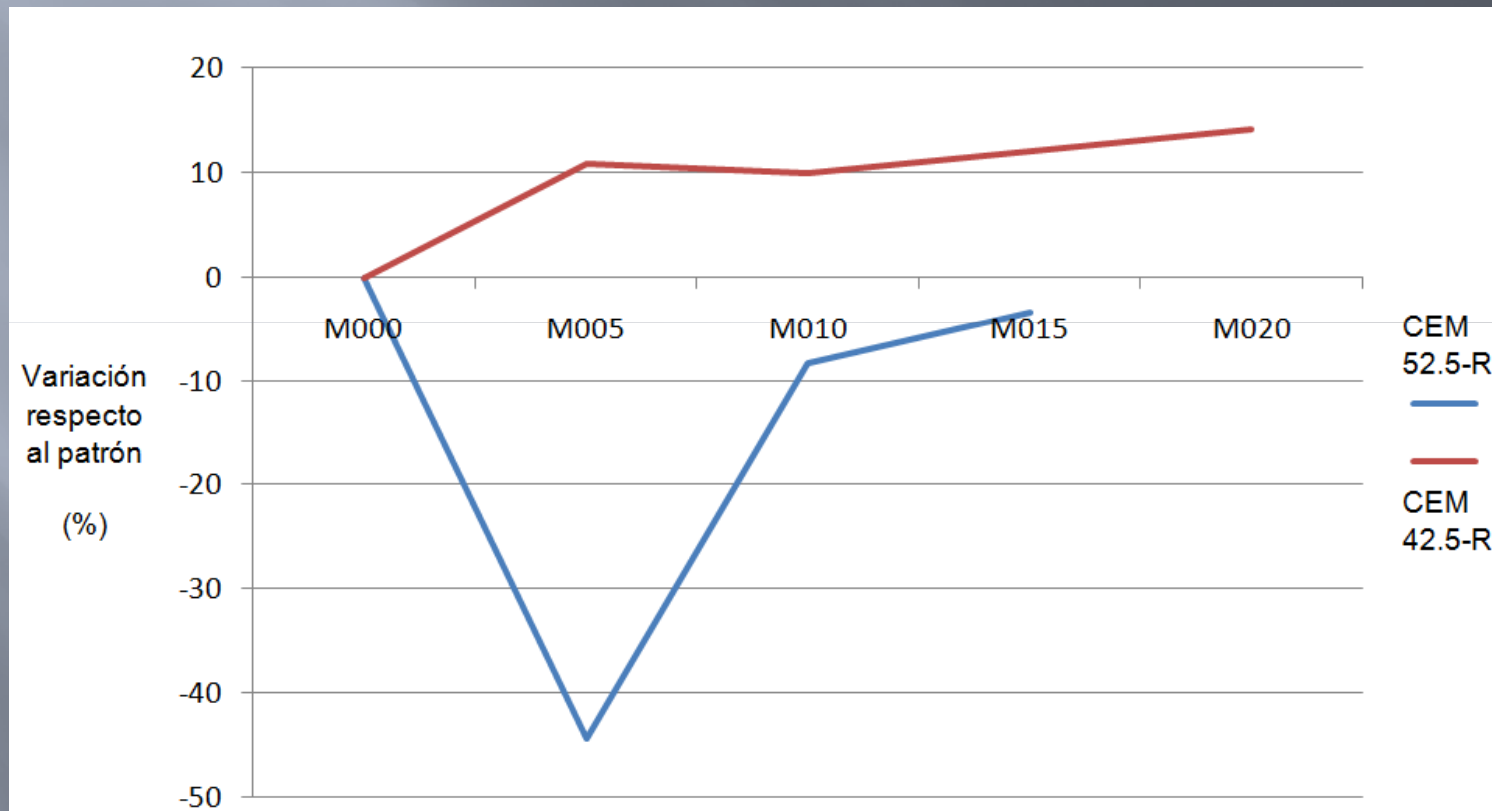
Indicador de Fibras	% Fibras	Promedio de Resistencia a Compresión (MPa)		Variación respecto de la amasada patrón	
		CEM I/52.5 R	CEM II/B-V 42,5 R	CEM I/52.5 R	CEM II/B-V 42,5 R
M000	0%	112.33	93.76	-	-
M005	5%	62.41	104	- 44.44	10.92
M010	10%	103	103.10	- 8.30	9.96
M015	15%	108.61	-	- 3.28	-
M020	20%	-	107	-	14.12



# Resultado del Ensayo a Compresión



## Variación (%) de la resistencia a Compresión por influencia de la fibra agregada



# El Hormigón en Estado Fresco

## Valoración de la trabajabilidad de las amasadas

NIVELES:

0 - Dificultad Baja

1 - Dificultad Media

2 - Dificultad Alta

3 - Dificultad Muy Alta. (La puesta en obra de este tipo de dosificación es prácticamente nula)

\* Cabe destacar que se presentaba peor trabajabilidad en las amasadas tipo B, por lo tanto se optó por no realizar ensayos con 20 gramos de fibra adicionada, sino con 15% pese a esto la amasadora mecánica se sobrecalentó y hubo que terminar el amasado manualmente.

AMASADA	% FIBRAS ( en peso cemento)	Nivel de Dificultad del amasado	Nivel de Dificultad conformación moldes
A000	0	0	0
A005	5	1	1
A010	10	1	2
A020	20	2	3
B000	0	0	0
B005	5	1	1
B010	10	2	2
B015	15	3*	3

# Posibles usos del hormigón reforzado con Fibra de Polipropileno Multifilamento.

- ▣ - Losas de hormigón (soleras, forjados).
- ▣ - Pavimentos de hormigón.
- ▣ - Hormigón y Mortero proyectado.
- ▣ - Morteros.
- ▣ - Revocos de fachadas.
- ▣ - Revocos de para mejor la Resistencia al Fuego.
- ▣ - Elementos prefabricados.
- ▣ Podrá sustituir a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del hormigón. Pero nunca sustituirá a las armaduras principales obtenidas mediante cálculo.

## Comparación con otras fibras de refuerzo.

- ▣ Dos de las fibras más usadas en el refuerzo del hormigón además de la de polipropileno, son la fibra de vidrio y la fibra de acero.
- ▣ La fibra de vidrio presenta la mayoría de los atributos en el hormigón que presenta la fibra de polipropileno, sin embargo, sí que tiene influencia en el aumento de la resistencia a la flexotracción en el hormigón, como no lo hace la fibra de polipropileno multifilamento. Desde este punto de vista la fibra de vidrio es superior.
- ▣ La fibra de acero presenta propiedades similares en el hormigón a las que presenta la fibra de polipropileno, sin embargo, el peso propio de la misma y la dificultad de la puesta en obra juegan en su contra. Desde este punto de vista la fibra de polipropileno es superior.



# Propuesta para Investigaciones futuras.

Tras realizar la presente investigación, surgen varias ideas acerca de otros aspectos relativos al hormigón reforzado con fibra de polipropileno, que podrían ser tratados en investigaciones futuras, entre ellos:

- Grado de resistencia al fuego que garantizan vinculada a la pérdida de propiedades mecánicas del hormigón.
- Influencia del porcentaje de fibra en la puesta en obra del hormigón armado.
- Comparación extensiva de la fibra de polipropileno multifilamento y las otras fibras para su uso en hormigón proyectado.
- Efecto de la fibra en la confección de elementos prefabricados.

Espero que la presente investigación, que concluye aquí, de pie a futuras investigaciones del hormigón con fibras y su verdades propiedades como refuerzo del hormigón.

FIN

MUCHAS GRACIAS