



ORIENTACIÓN DE LAS FIBRAS EN EL HORMIGÓN.

CAUSAS Y CONSECUENCIAS

Autor: Abel Gallego Sánchez

Directores: D.Alejandro Sánchez Bolinches

D.Pedro Serna Ros

Taller 32

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



1

• JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

2

• OBJETIVOS

3

• ESTADO DEL ARTE

4

• CAMPAÑA EXPERIMENTAL

5

• CONCLUSIONES

6

• ESTUDIO ECONÓMICO



Material no tradicional

- Relación joven: hormigón -fibra
- En fase de experimentación

Durante los últimos 20 años

- Aparición del producto como tal en el mercado
- Aparición de la normativa

Principal problema:

- Falta de conocimiento completo de su comportamiento
- Gran cantidad de variables



L'Oceanogràfic
Valencia

Selby College
UK





OBJETIVOS



1

Influencia del flujo de hormigón en la orientación de fibras.

2

Influencia de la vibración para compactación en la orientación de la fibra.

3

Relación Orientación – Propiedades mecánicas.

4

Efecto pared.



ESTADO DEL ARTE

HISTORIA DE LAS FIBRAS



13.000 a.C.
Ladrillo de
adobe
reforzado
con paja

1910 -
Primeros
resultados de
resistencia del
HRFA. Graham
& Griffith

1970 -
Introducción
del hormigón
reforzado con
fibras de acero
en el mercado
español

1900
Primera
patente de la
placa de
fibrocemento

1960 - Bases
teóricas y
experimentales
para el
desarrollo del
HRFA

2008 - La EHE
introduce el HRF
en la normativa
española



TIPOS DE FIBRAS PARA HORMIGÓN



Acero

- Mejor comportamiento a flexión
- Mejor postfisuración
- Disminución de retracciones
- Mejora la resistencia a cortante



Polipropileno

- Buen comportamiento frente a la retracción
- Aumenta la impermeabilidad
- Óptimo para soleras y pavimentos



Vidrio

- Hormigón: tipo AR (resistente a los Álcalis)
- Aumenta la durabilidad
- Óptimo para zonas de ambiente agresivo

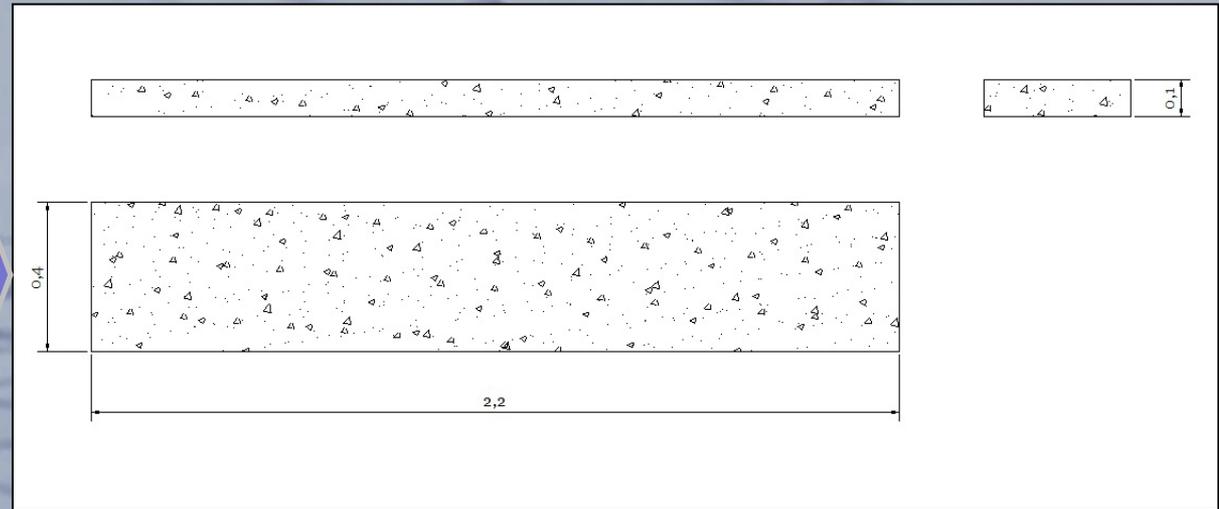
Fibras más utilizadas en hormigón



CAUSAS DE LA ORIENTACIÓN DE FIBRAS



**PROBETA
 MADRE**
 2.2 X 0.4 X 0.1
 metros



SUBPROBETAS

-Tipo F: 0.4 x 0.1 x 0.1

-Tipo R: 0.4 x 0.02 x 0.1



HORMIGÓN AUTOCOMPACTABLE
1ª PRUEBA

■ Probeta flexión
■ Probeta radiografía



Inicio hormigonado


 Dirección del flujo

Fin hormigonado



HAC

- *Flujo*
- *Efecto pared*

HT

- *Vibración*
- *Efecto pared*

- Flexotracción
- Análisis de Imagen



Procedimiento

1

- Pruebas de dosificación

2

- Hormigonado de la pieza madre

3

- Fabricación de probetas

4

- Ensayos a flexotracción

5

- Pruebas radiográficas

6

- Análisis de imagen



Pruebas de dosificación

- Dificultad de encontrar un buen HAC
- Ensayos de compresión en todas las pruebas



Hormigonado de la pieza madre

- Mediante canal inclinado.
- En HT, vibrador de aguja para compactación



Fabricación de probetas

- Mediante sierra de corte de piedra



Ensayos a flexotracción

- Prensa universal
- Dos variantes: control de velocidad de carga y velocidad de desplazamiento



Pruebas radiográficas

- Placa radiográfica y revelado tradicional
- En HT, solo las más representativas



Análisis de imagen

- Se aplica la solución al problema conocido como Aguja de Büffon, (versión 3D, aguja larga). Se obtiene el número teórico de fibras orientadas en el plano de la placa por puro azar (n_e), es decir, que deberían visualizarse enteras.
- Recuento de fibras enteras visibles en cada Radiografía. Se obtiene el número experimental de fibras orientadas en el plano de la radiografía (n_c)
- Su relación es el llamado factor de orientación (W , a partir de este momento)



EFFECTO PARED

HT

HT R12

- **Situación: lateral / longitudinal**
- **Factor de orientación (W) = 1.67**



HT R21

- **Situación: central**
- **Factor de orientación (W) = 0.35**





EFFECTO PARED

HAC

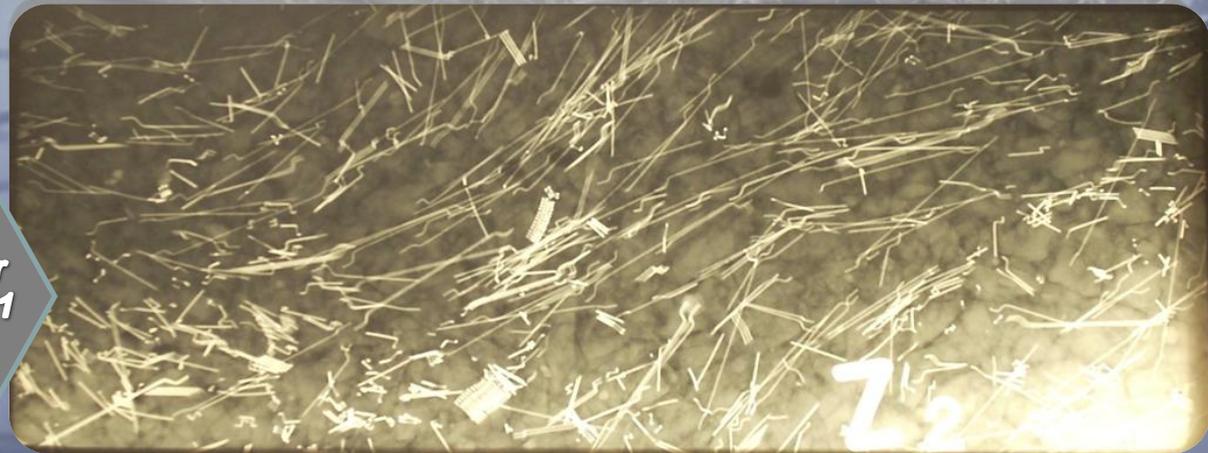
HAC R1

- *Situación: trasera / perpendicular*
- *Factor de orientación (W) = 1.64*



HAC R2

- *Situación: inicio / perpendicular*
- *Factor de orientación (W) = 0.21*





VIBRACIÓN DE COMPACTACIÓN

HT



•Zona localizada de remolino de fibra, que no sigue el patrón del resto de la radiografía.

•Orientación perpendicular al diámetro del vibrador introducido verticalmente



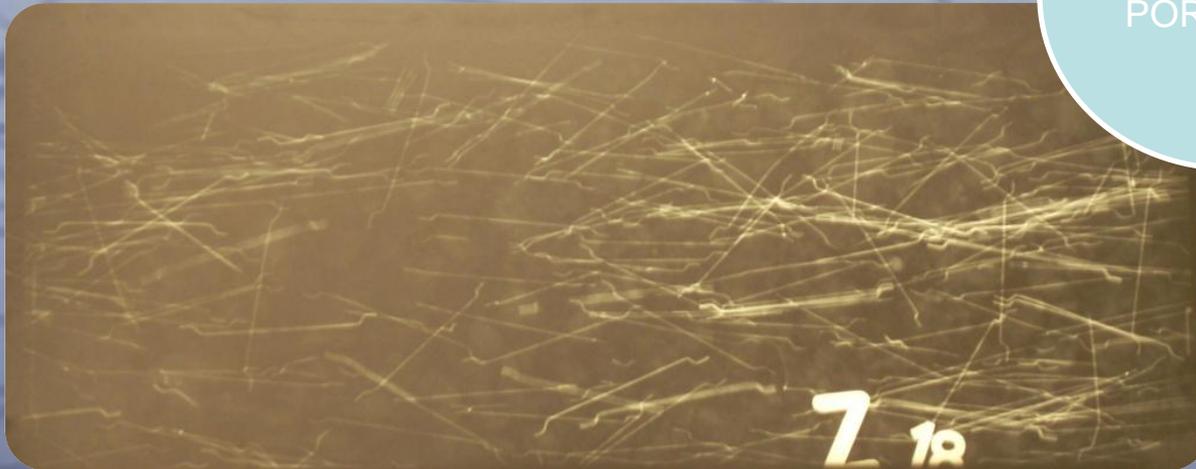
FLUJO

Remolinos en
extremos de
probeta

Zona central:
valores absolutos
de W muy altos

ORIENTACIÓN
POR FLUJO

El extremo
opuesto al inicio
de hormigonado
presenta
segregación



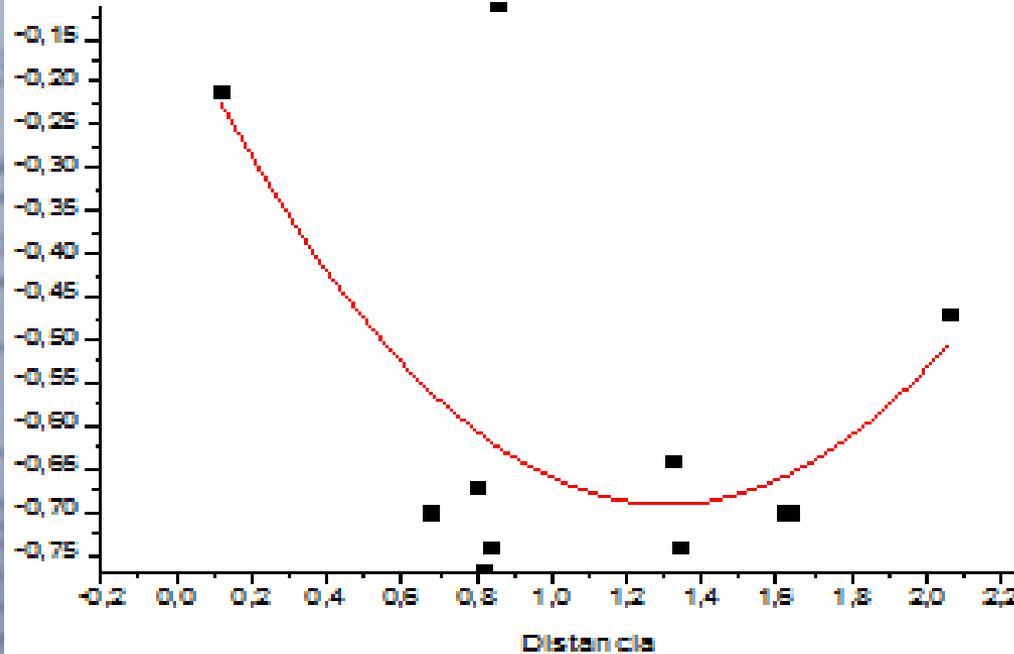


CAMPAÑA EXPERIMENTAL

RESULTADOS



FLUJO



Probetas ortogonales al flujo

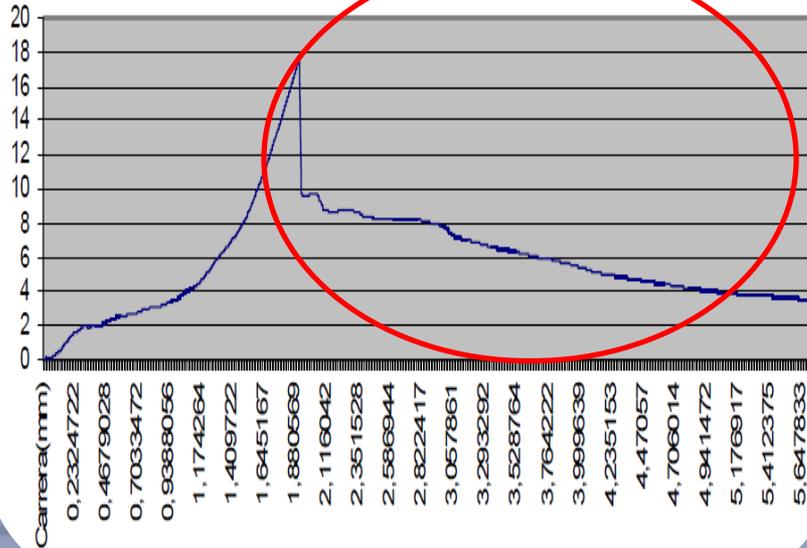
Valor negativo alto indica orientación paralela al flujo





PROPIEDADES MECÁNICAS

Tensión/Deformación HAC - F1

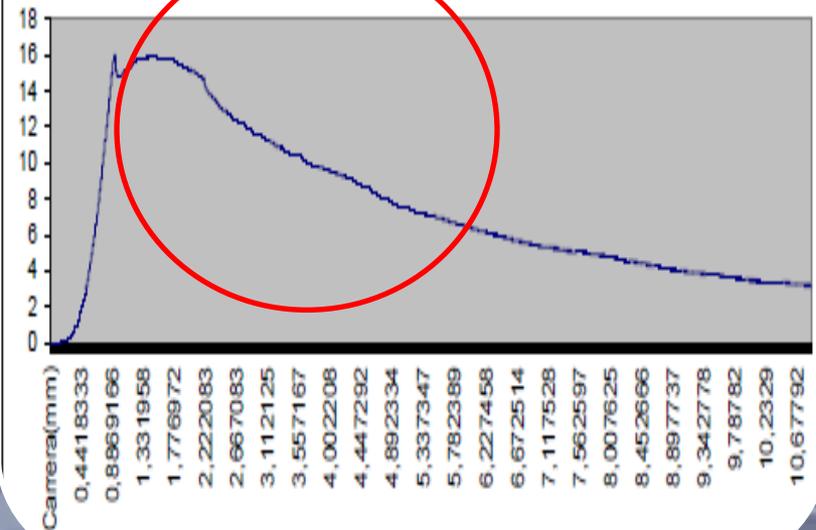


HAC F1

Rotura: 7.9 Mpa

F. Orientación (W): 0.72

Tensión/Deformación HA - F7



HAC F7

Rotura 7.2 Mpa

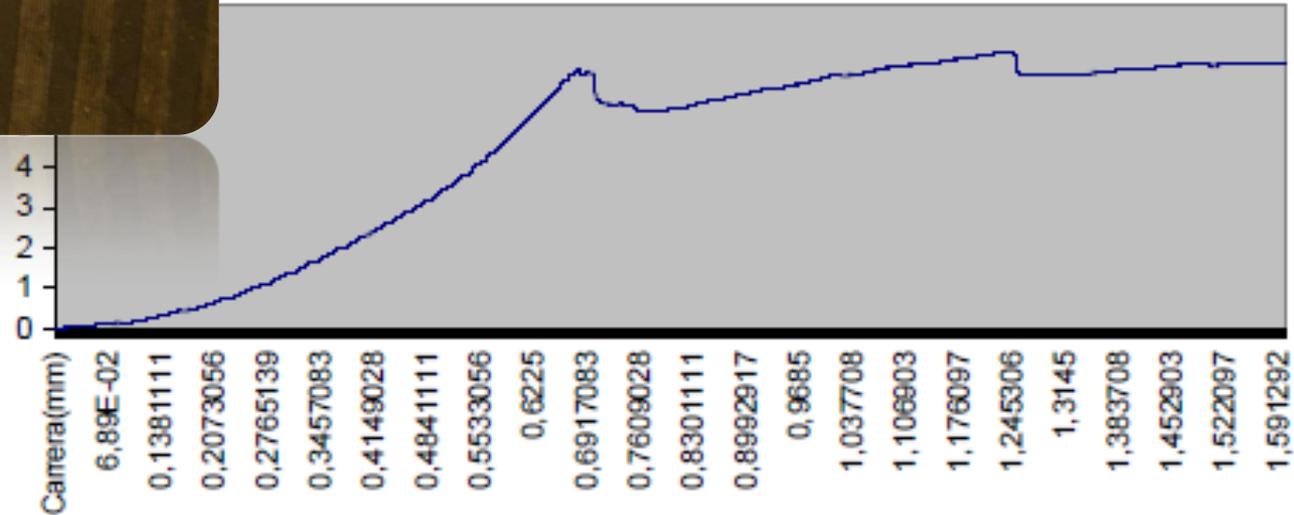
F. Orientación (W): 1.21



PROPIEDADES MECÁNICAS

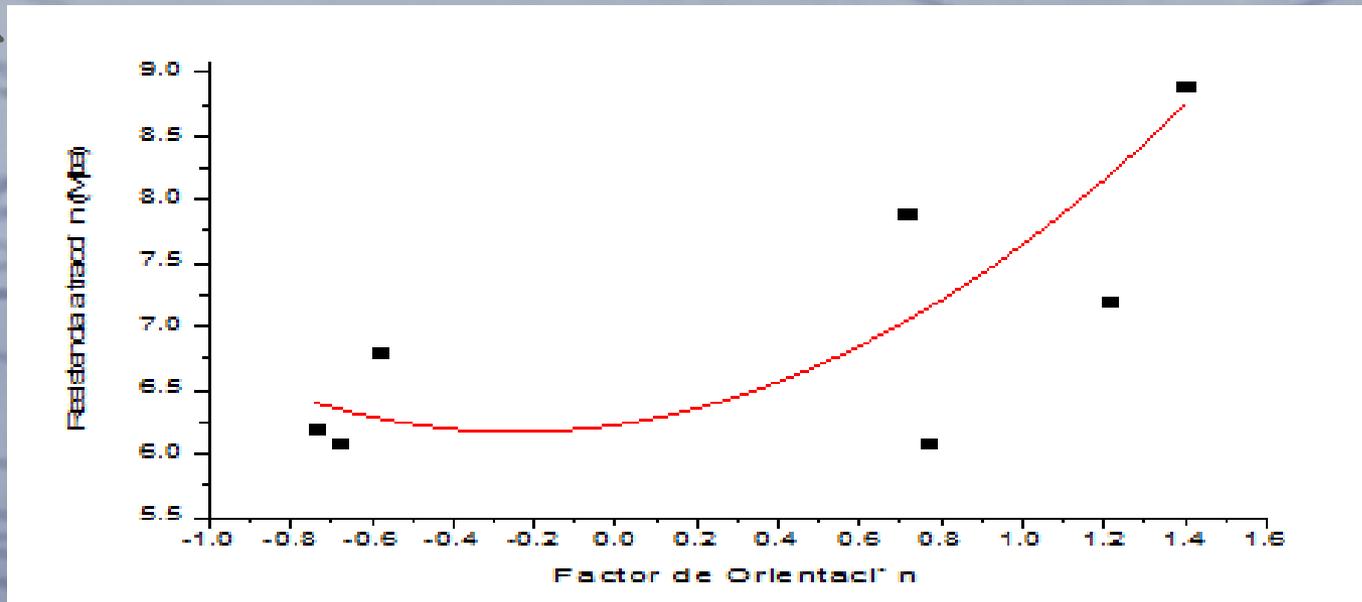


Tensión/Deformación HT - F6





PROPIEDADES MECÁNICAS





CONCLUSIONES



1

Influencia del flujo de hormigón en la orientación de fibras.



2

Influencia de la vibración para compactación en la orientación del HRF



3

Relación Orientación – Propiedades mecánicas



4

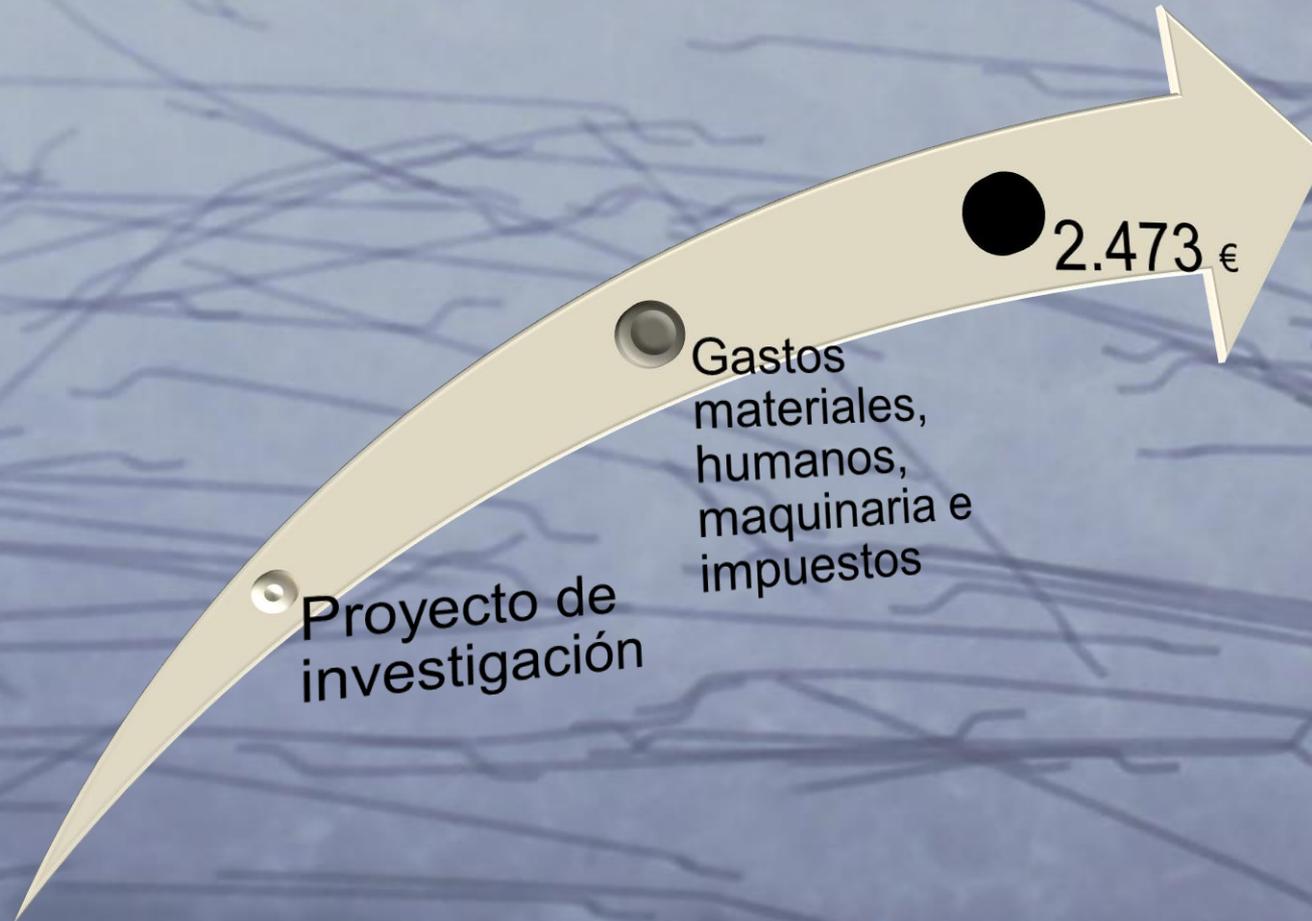
Efecto pared



5

Posibilidad de optimizar el proceso de fabricación del HRF mediante modelos matemáticos polinomiales







**MUCHAS GRACIAS POR
SU ATENCIÓN**