

# Avances recientes en Uruguay:

## Hormigón Permeable, con Fibras, de Alto Desempeño y Reforzado con Barras de FRP

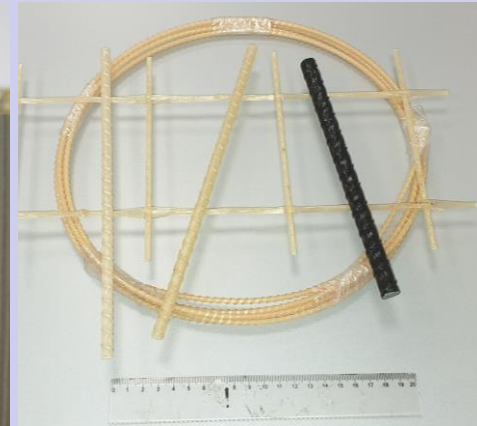


UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL

Dr. Ing. Luis Segura



**6<sup>a</sup>** JORNADA DE AVANCES EN DISEÑO  
Y TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN

Lunes 28 de agosto - 8 a 13 hs - Facultad de Ingeniería

# Contenido

Hormigón Permeable

Hormigón de Alto Desempeño

Hormigón Reforzado con Barras FRP

Losas de Hormigón con Fibras (HRF)

Proyecto “FUNDADORES” (HRF / FRP)

Grupo de Hormigón Estructural

# Hormigón Permeable



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL



HORMIGONES  
ARTIGAS



**CIEMSA**



Ministerio  
de Vivienda y  
Ordenamiento  
Territorial



Ministerio  
de Ambiente

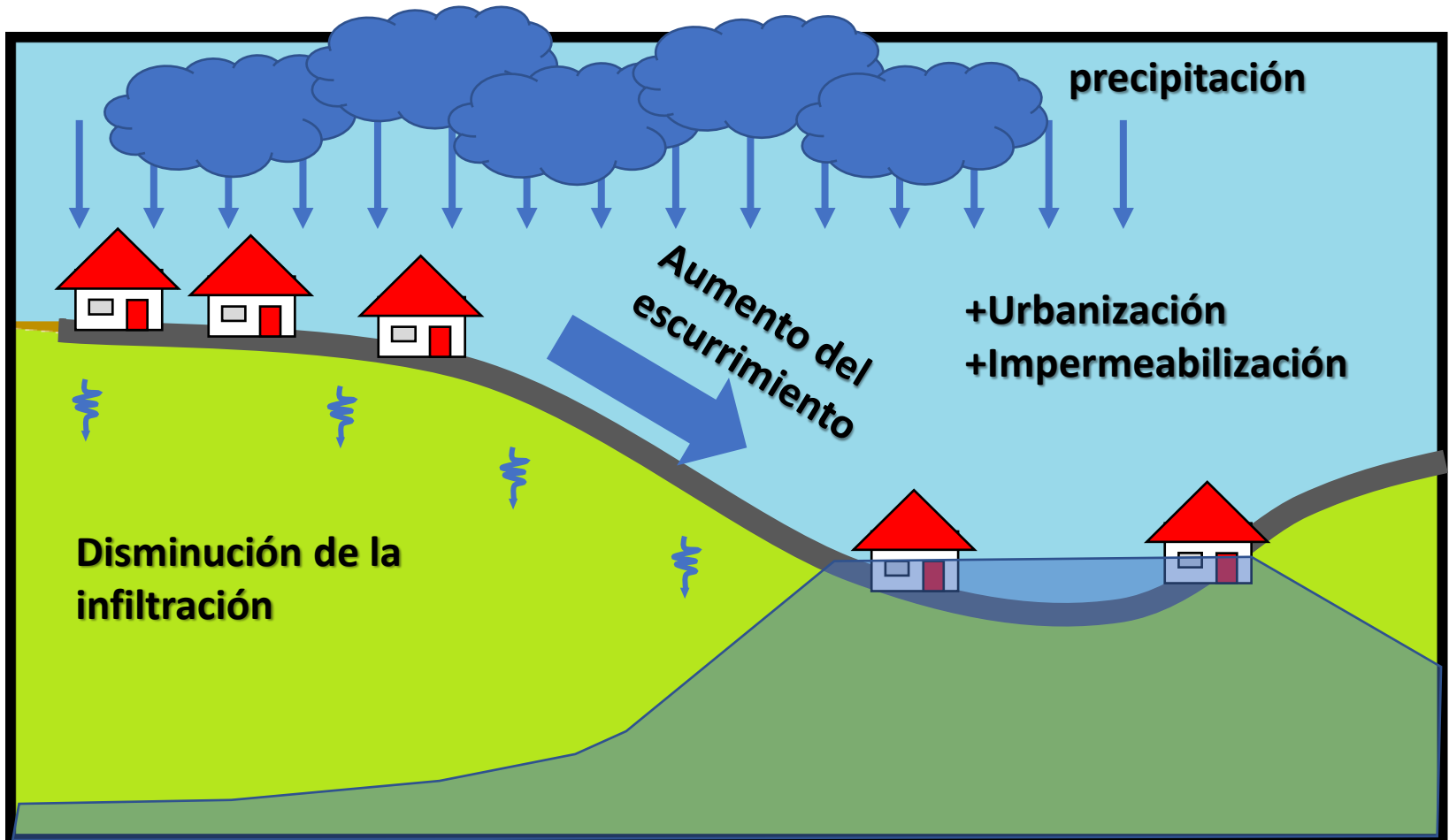


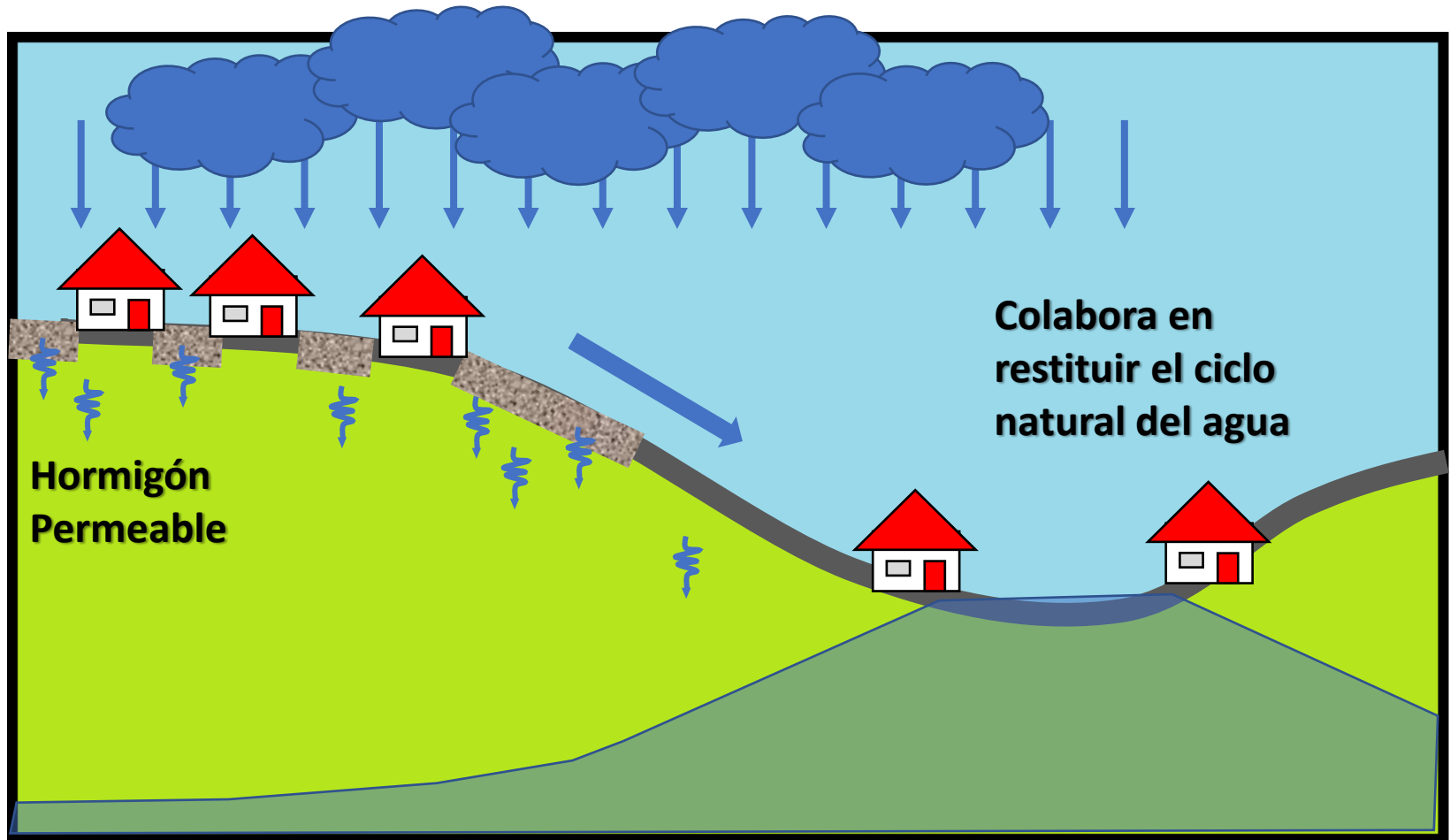
Uruguay  
Presidencia



GREEN  
CLIMATE  
FUND









# Estudio de las características del hormigón permeable y su implementación en Uruguay

**Integrantes:**

- ⊙ Alejandro Díaz
- ⊙ Tomás Herrera
- ⊙ Ignacio Marrero

**Tutor y Co-Tutor:**

- ⊙ MSc. Ing. Agustín Spalvier
- ⊙ Prof. Dr. Ing. Luis Segura





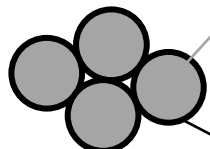
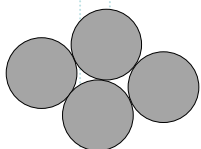


## • Permeabilidad y Resistencia asociados a:

- Dosificación
  - Porosidad y estabilidad pasta
- Método constructivo
  - Compactación y curado

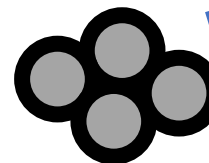


### PERMEABILIDAD



Agregado

Pasta



RESISTENCIA

+Pa/Ag



# Obras ya ejecutadas: Municipio Ch

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

9

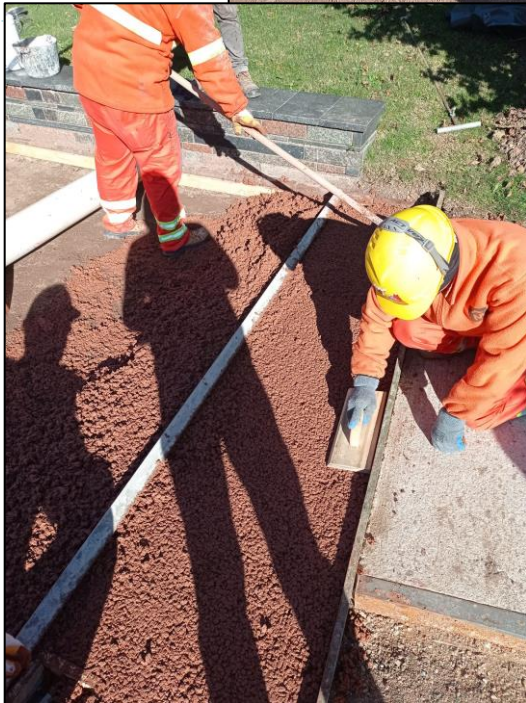




# Obras ya ejecutadas: Embajada Italia

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

10

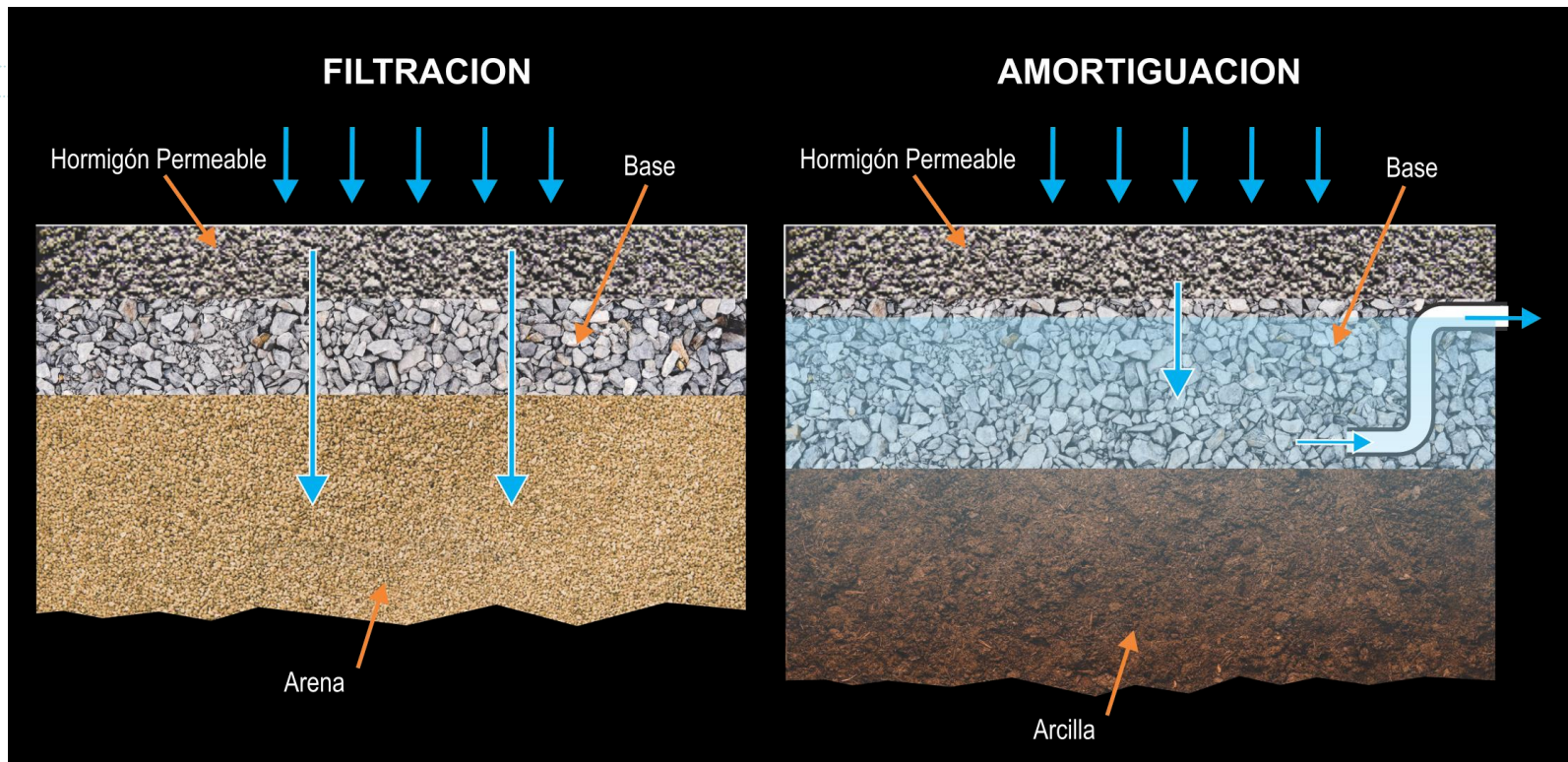




# Aun queda camino por recorrer...



- **Implementar sistemas completos de hormigón permeable.**
- **Proyectos de grandes superficies: Plazas, estacionamientos.**
- **Mejoras en el mantenimiento**
  - ¿Es posible hacer un hormigón permeable de bajo o nulo mantenimiento?



# Ciclo de transferencia completo!



Ejecución de primeros proyectos

Pruebas iniciales en proyectos de grado



El GHE se plantea como objetivo explícito, facilitar y acelerar la adopción y el desarrollo de nuevas tecnologías que signifiquen una mejora para la sociedad.

Transferencia de tecnología y ejecución de prototipo (H. Artigas / CIEMSA)

Difusión e interés del medio (públicos y privados)

Proyectos de desarrollo (financiación ANII / PNUD)





# Hormigón de Alto Desempeño

Proyecto: “Desarrollo de un Hormigón de Alto Desempeño para aplicación a escala de producción”

Proyecto “CF\_1\_2021\_1\_171267”

Herramienta ANII: Crédito Fiscal

Ing. Anyela Molina

Prof. Mg. Arq. Iliana Rodríguez

Prof. Dr. Ing. Renan Pícolo Salvador

Mg. Ing. Gustavo Tovar

Prof. Dr. Ing. Luis Segura



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



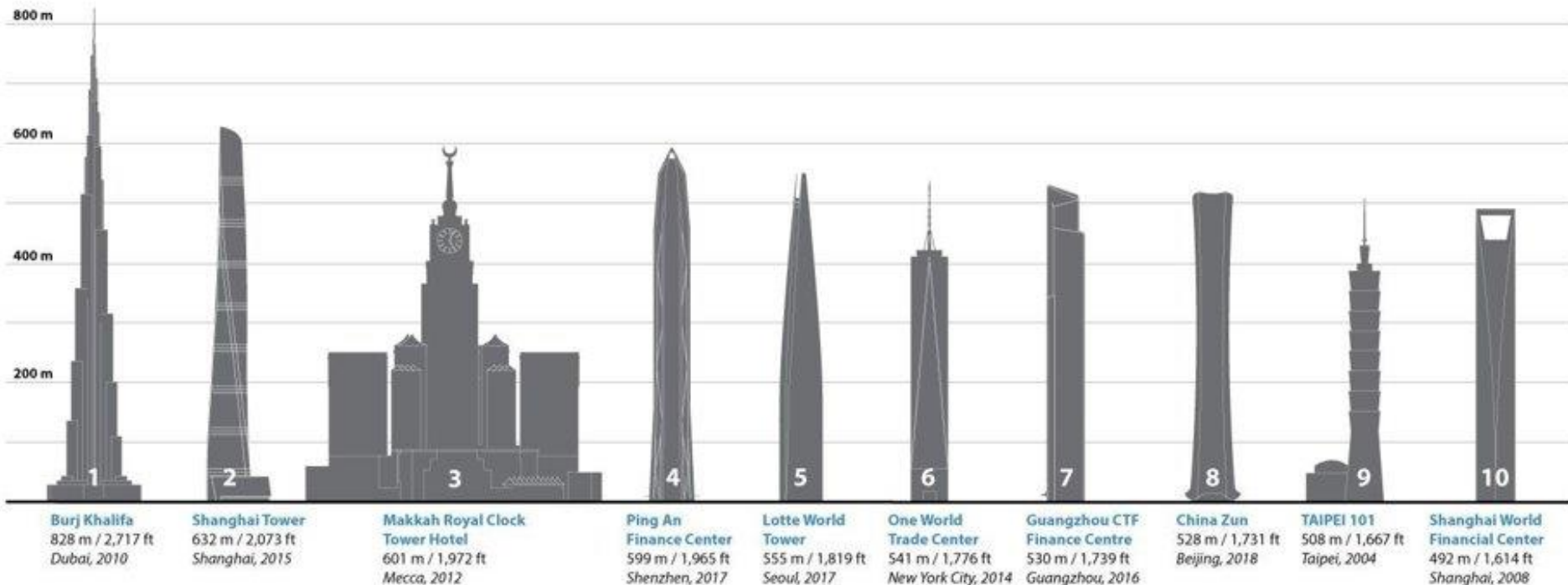
GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL



# OBJETIVO GENERAL



- **Desarrollar un Hormigón de Alto Desempeño, a nivel de producción, destinado principalmente para el llenado de pilares estructurales.**
  - **Resistencia Característica** a la compresión: Mayor a **70 MPa** a los **28 días** de edad.
  - **Asentamiento**: La trabajabilidad del hormigón debe permitir que sea **bombeable**.



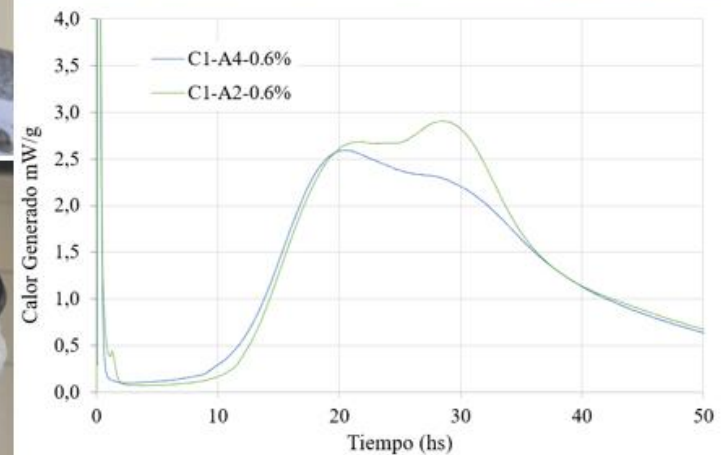
# Aptitud y Compatibilidad de materiales

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

15



- **Aptitud y Compatibilidad entre: Cementos, los Aditivos y las adiciones**
  - Calorimetría



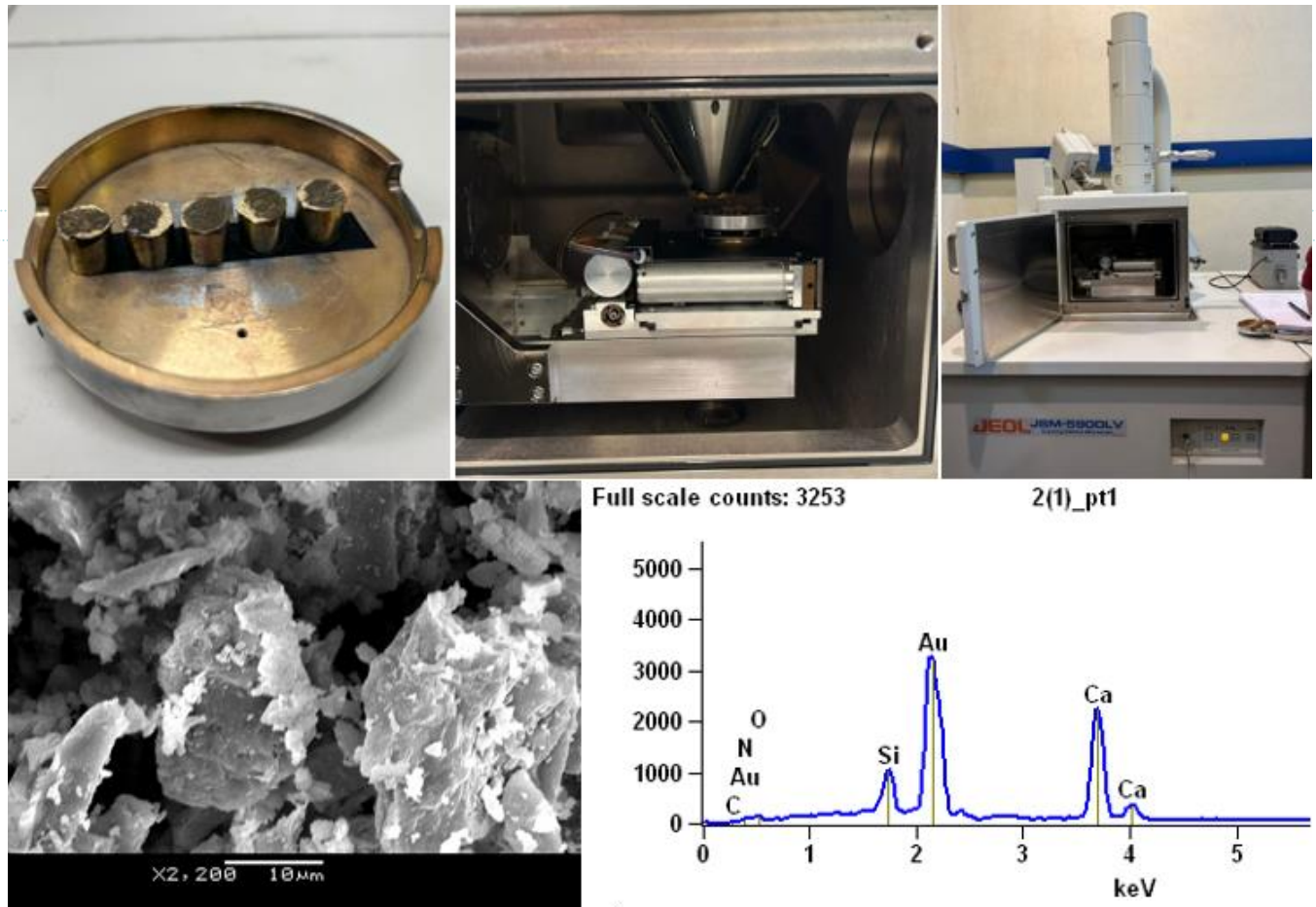
# Aptitud y Compatibilidad de materiales

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

16



- **Aptitud y Compatibilidad entre: Cementos, los Aditivos y las adiciones**
  - Microscopía electrónica de barrido







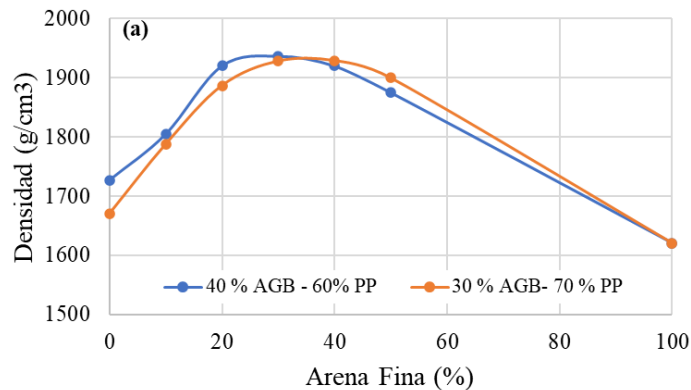
## • Compatibilidad de agregados

– Curva de compacidad Experimental

- Método O'Rally

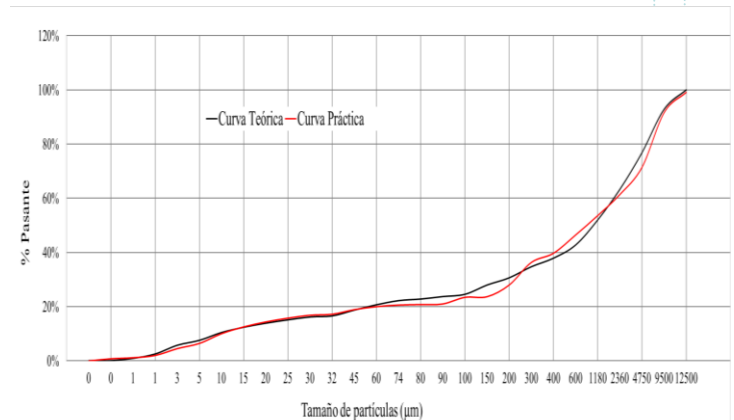
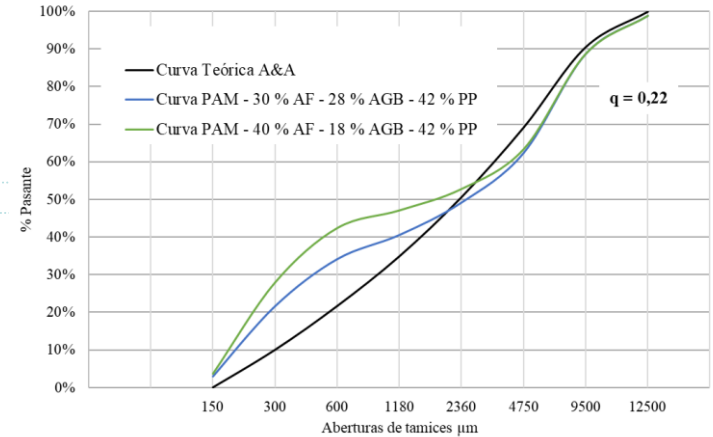


10% AF - 90% AGB + PP 20% AF - 80% AGB + PP 30% AF - 70% AGB + PP 40% AF - 60% AGB + PP 50% AF - 50% AGB + PP



– Curva de compacidad Teórica

- Método Andreasen y Andersen modificado



# ¿Dónde Estamos Hoy?

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

18



- Dosificación con la trabajabilidad buscada, con capacidad de bombeado, con una resistencia media a los 28 días en el entorno de 70 MPa.

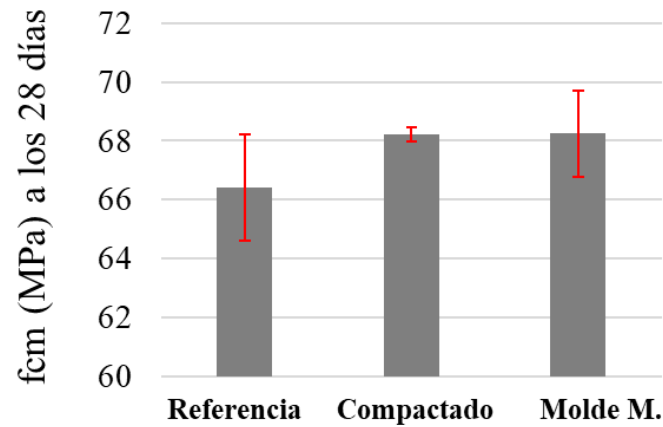






**Uso de moldes metálicos o plásticos**

**Explayamiento: 70 cm  
¿autocompactante?**



# Hormigón Reforzado con Barras FRP

Proyecto: “Utilización de Barras de Polímeros Reforzados con Fibras como Sustituto de las Barras de Acero en Hormigón Armado”

Proyecto CSIC-PAIE

(Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil)

Bruno Bouchard

Matías Sastre

Antonella Laureiro

Luis Segura



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL



COMISIÓN SECTORIAL DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

**Colaboradores:** Ingenium SRL (Facundo del Castillo y Lucía Favre); Palnet SA; Gabriel Rodríguez; Tomás Herrera; Enzo Faliveni; Tatiana Baliosian





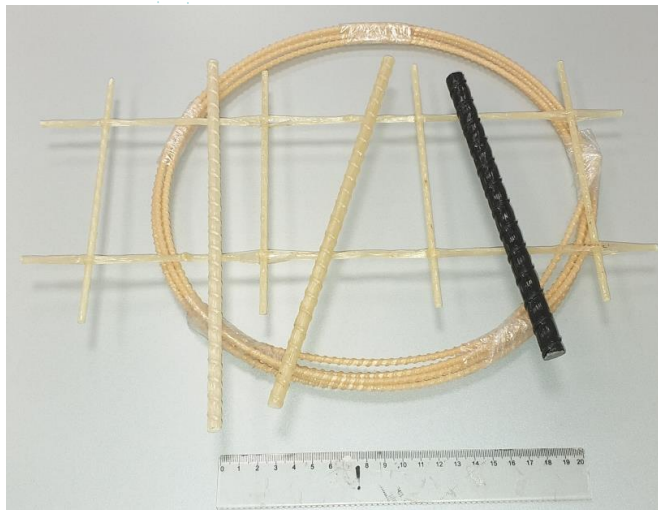
- **Uso de acero en estructuras**

- Corrosión

Interferencia electromagnética



- **Antecedentes del uso de FRP**

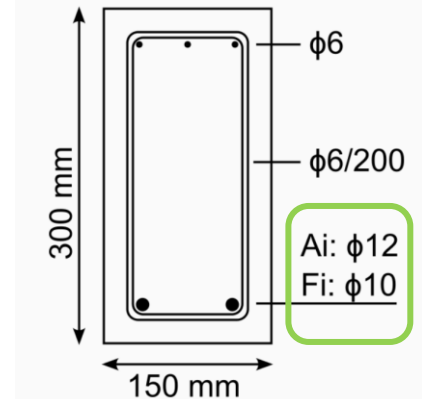
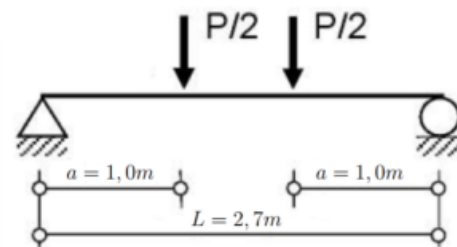
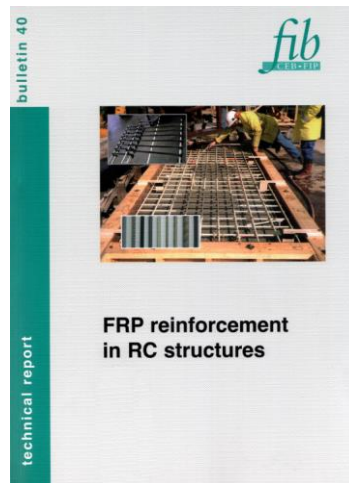
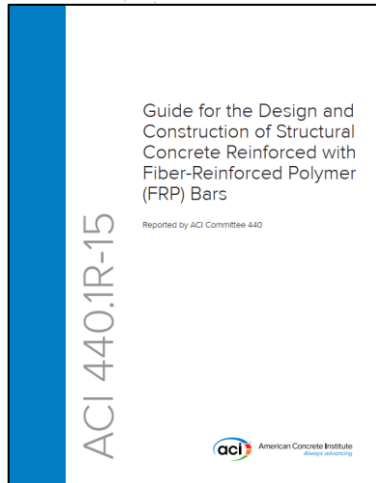




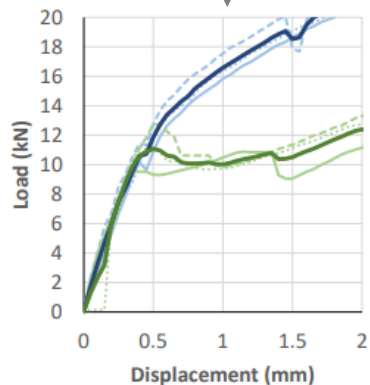
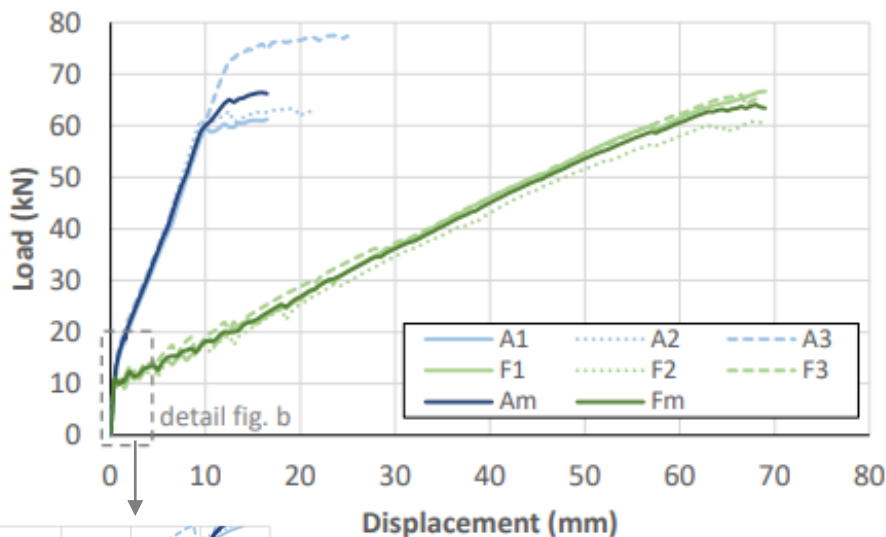
# Campaña experimental

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

22



# Resultados



Beam	Mean crack separation (cm)	Mean (cm)
F1	16.4	16.6
F2	18.8	
F3	14.5	
A1	11.4	10.7
A2	10.7	
A3	10.0	

# Losas de Hormigón con Fibras

Proyecto: “Evaluación Teórica y Experimental de Losas de Hormigón Reforzado con Fibras”

Proyecto CSIC – i+d (Investigación y Desarrollo)

Bach. Rafael Leites

Arq. Mariana Saura

Dr. Ing. Luis Segura

Dr. Ing. Nicolás Pérez

Dr. Ing. Agustín Spalvier

Dr. Ing. Ana Blanco

Dr. Ing. Ricardo Pieralisi

Dra. Alina Aulet

Dr. Ing. Jorge Pérez, Ing. Joaquín Viera

Dr. Ing. Christian Hoffmann



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL



COMISIÓN SECTORIAL DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TEYMA

B Bekaert

Colaboradores:



Alsina



# Antecedentes



*Losas sobre el terreno*



*Losas sobre pilotes  
(suelos malos)*



*Losas elevadas*

Ya se han construido más de 60 edificios con losas reforzadas principalmente con fibras (sin armadura tradicional, o solo con refuerzos puntuales).

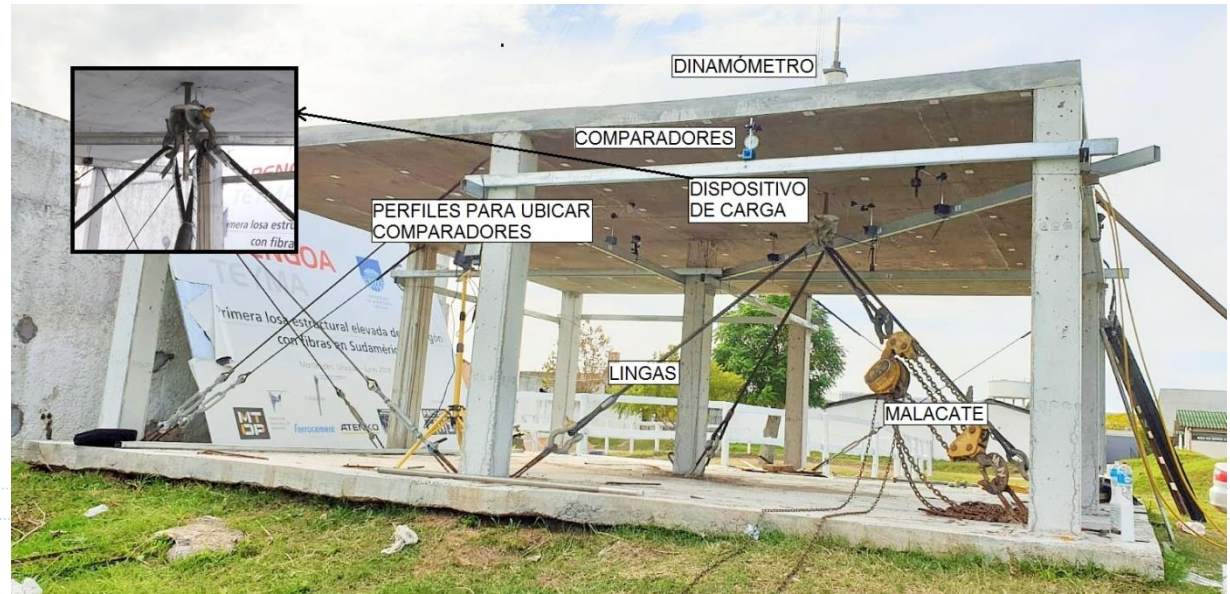
# Experiencia en Uruguay

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

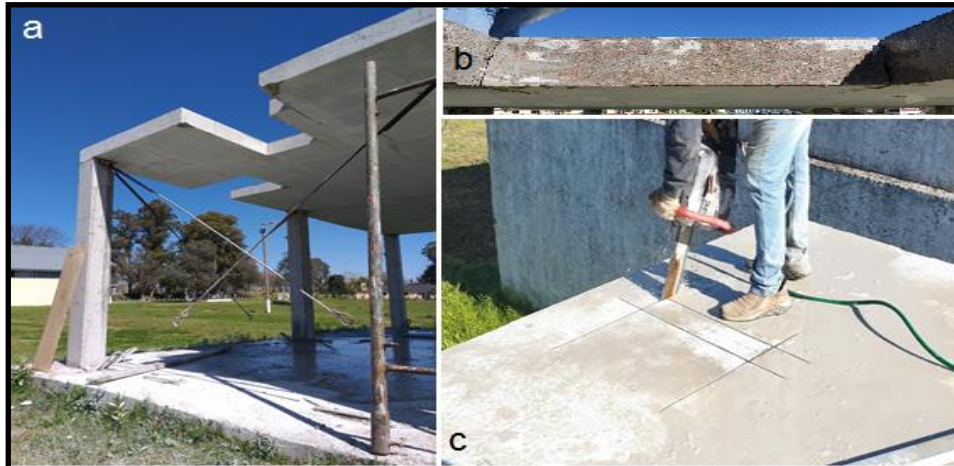
26



- Construcción
- Ensayo a rotura
- 200 kN (20 ton)  
En el punto medio

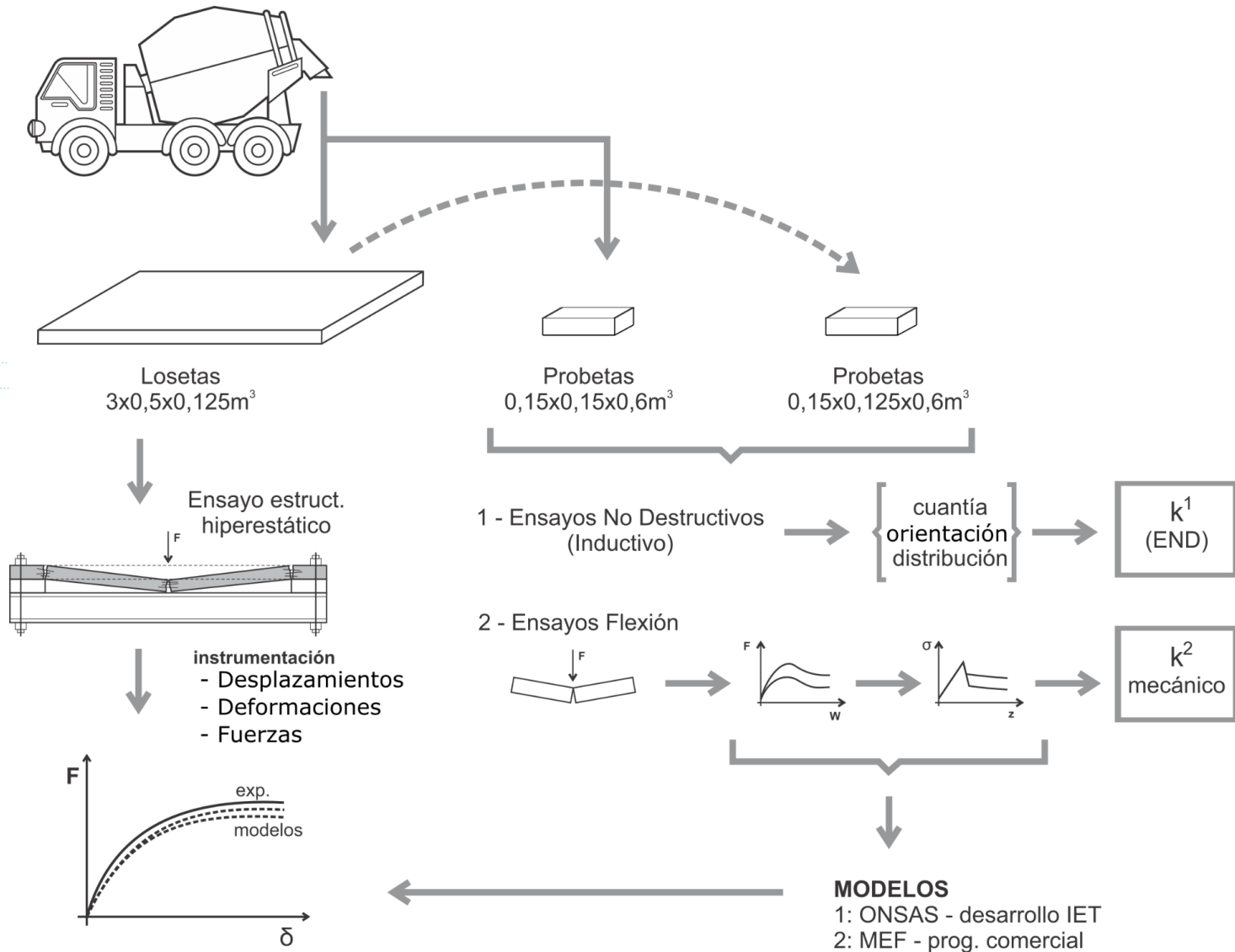


- Extracción y ensayo de testigos





# Proyecto actual

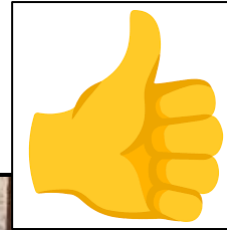




# Desarrollo: Dosificación autocompactante

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

28



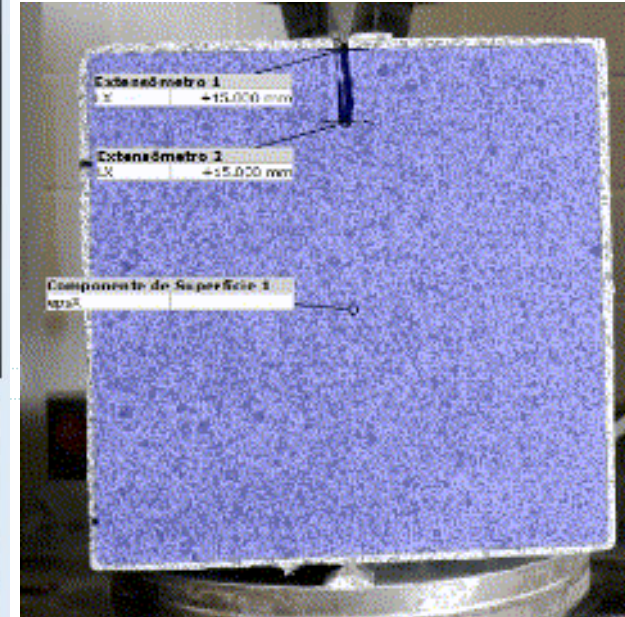
5D 65/60 BG

 Bekaert

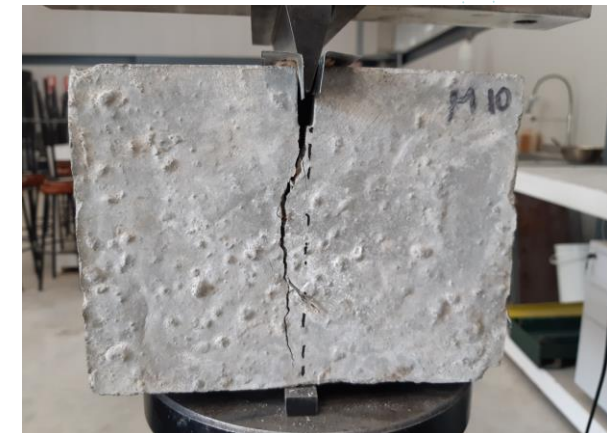
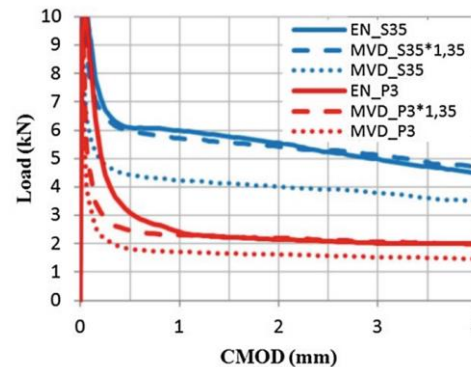




## • Ensayos a nivel material



## • Correlación ensayo viga y ensayo Montevideo



# Ensayo Losetas



- HRF
  - Armado + HRF
- En ambos, cuantía de fibras de 30 y 50 kg/m<sup>3</sup>



**3 repeticiones por tipo**

2023: Ensayos en losetas reforzadas con HRF  
2024: Ensayos en losetas con combinación de armado y HRF (optimización de solución)



# Proyecto “FUNDADORES”:

“Uso de fibras estructurales y barras de FRP para estructuras de fundación de equipos eléctricos”

Proyecto FDU\_S\_2022\_1\_173162

Herramienta ANII: Desafíos UTE

Ing. Victoria Olivera

Ing. Bruno Bouchard

Arq. Iliana Rodríguez.

Bach. Rafael Leites de Moraes

Dr. Ing. Luis Segura



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL



Colaboradores:

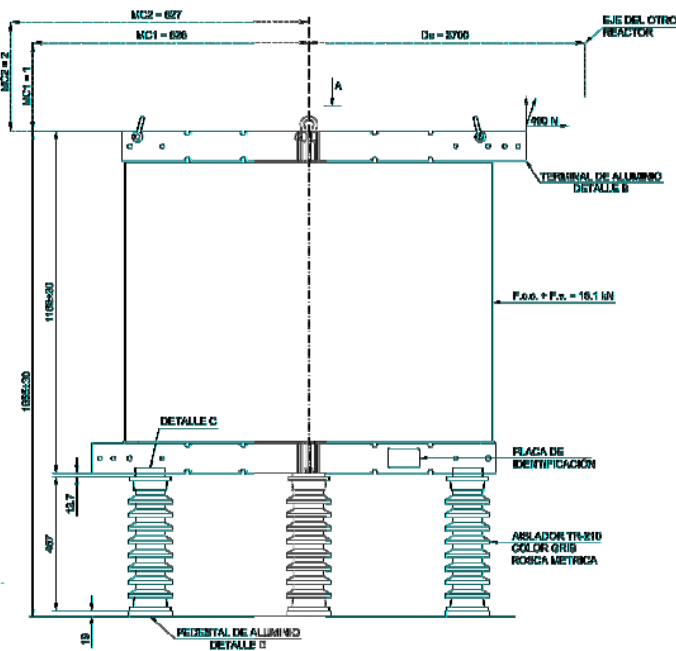


HALIDAR  
Innovaciones Sustentables

# Problema



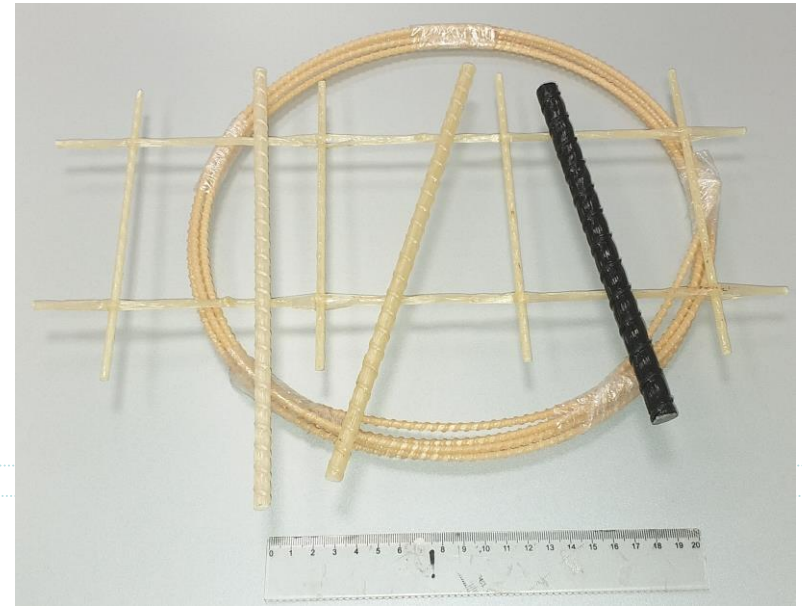
- Campos magnéticos que generan reactores.
- Producen corrientes parásitas en armaduras si estas tienen loops cerrados.
- Estas corrientes levantan la temperatura, dañando el hormigón.







- **Se propone el armado sin acero:**
  - Uso de barras de FRP y/o macro fibras plásticas.
- **Se diseñarán, construirán y ensayarán losetas reforzadas con:**
  - HRF
  - FRP
  - HRF+FRP
- **Que se contrastarán con losetas construidas con refuerzos de acero.**
- **En el proyecto, se actuará en aspectos de:**
  - Diseño y Cálculo
  - Construcción
  - Control de Calidad



# Grupo de Hormigón Estructural

**Responsable: Dr. Ing. Luis Segura**

## **Integrantes:**

Ing. Anyela Molina

Bach. Rafael Leites de Moraes

Arq. Iliana Rodríguez

Ing. Victoria Olivera

Ing. Bruno Bouchard

Ing. Ignacio Marrero

Arq. Mariana Saura

Bach. Valentina Seoane



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL



# Objetivo del Grupo





Nueva página del grupo:  
**www.hormigonestructural.com**

Y difusión en redes:





# Concursos de Estudiantes

Agosto de 2023 Luis Segura Avances recientes en Uruguay: Permeable, Fibras, Alto Desempeño, Barras FRP

37



- **Concurso de Puentes**

- Preselección secundaria
- Sábado 9 de Setiembre

- **Concurso Nacional de Estructuras**

- Concurso de puentes, en simultáneo en Tacuarembó, Rocha, Salto y Montevideo
- viernes 6 de octubre

- **Dispositivo de Protección de Huevos**

- viernes 6 de octubre
- Para estudiantes avanzados de ingeniería y arquitectura



# Avances recientes en Uruguay:

## Hormigón Permeable, con Fibras, de Alto Desempeño y Reforzado con Barras de FRP



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



GRUPO DE  
HORMIGÓN  
ESTRUCTURAL

Dr. Ing. Luis Segura



¡Muchas gracias  
por su atención!

**6<sup>a</sup>** JORNADA DE AVANCES EN DISEÑO  
Y TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN

Lunes 28 de agosto - 8 a 13 hs - Facultad de Ingeniería

