



Proyecto ANII (CF_1_2024_1_181460):
**Sistemas de Pavimentos de
hormigón permeable (SPHP) de bajo
mantenimiento para grandes
superficies**

Avances en Uruguay: Hormigón Permeable de Bajo Mantenimiento

Lunes 13 de octubre de 2025
Facultad de Ingeniería
Montevideo - Uruguay



Luis Segura
(lsegura@fing.edu.uy)
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

- **Antecedentes Uruguay**
- **Hormigón Permeable en Uruguay**
 - Diseño de mezclas
 - Colocación en Obra (Compactación)
 - Certificación
 - Colmatación y Mantenimiento
- **Resumen del Proyecto / Conclusiones**



Proyecto PNUD

- Primera vereda de hormigón permeable
- Recomendaciones de hormigón permeable (*Disponible en hormigonpermeable.com*)

Apoyo de H.Artigas y CIEMSA

2021

Proyecto ANII

“Mezclas: Del laboratorio a producción”

- Mejora de dosificaciones
- Colaboración con H.Artigas*

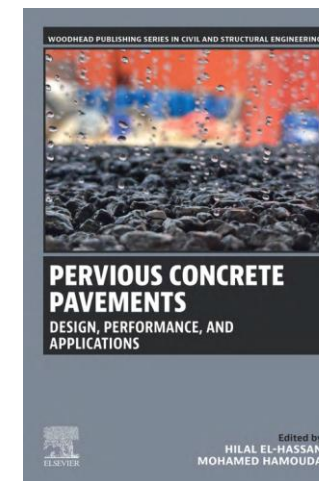
2022

Primeras veredas en Montevideo

(Solo capa de hormigón. Sin sistema de amortiguamiento o diseño hidráulico)

H.Artigas y CIEMSA

2022

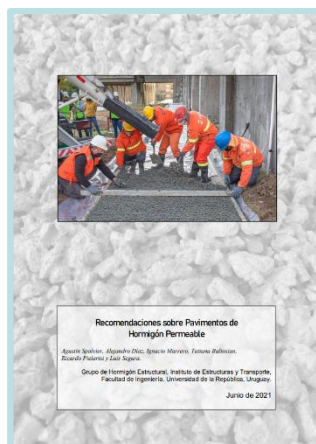


2018-2020

Proyecto y Tesis de grado

Viabilidad de Dosificaciones

Apoyo de H.Artigas



2024

Libro: Pavimentos de Hormigón Permeable

Capítulo: Evaluación del desempeño en campo.

2025-2027

Inicio Proyecto ANII:

“Pavimentos de hormigón permeable de bajo mantenimiento para grandes superficies”

- Sistema completo
 - Grandes superficies
 - Bajo Mantenimiento
- Colaboración con GRINOR*

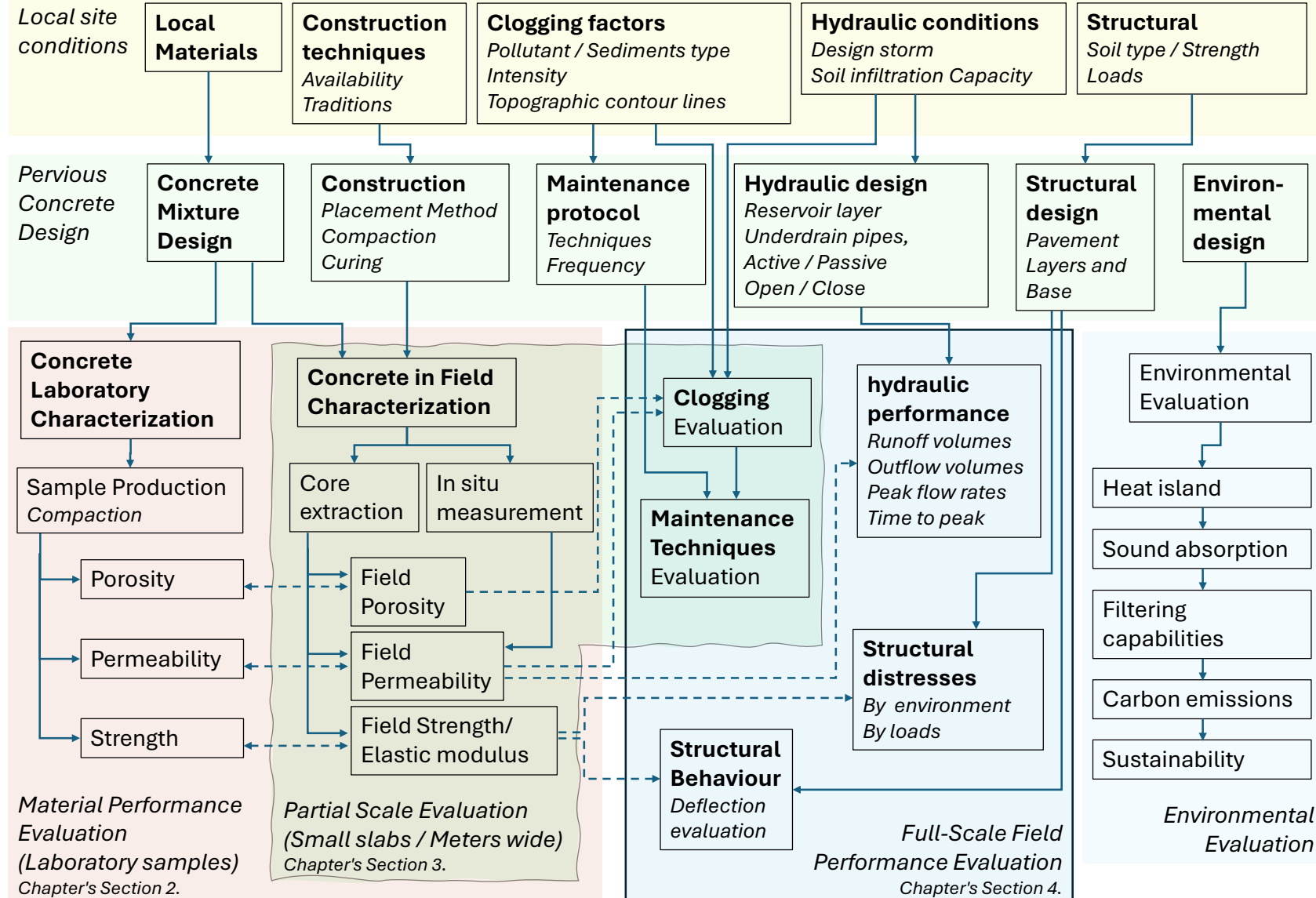
Hormigón Permeable

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

4



Pervious Concrete Pavement Evaluation



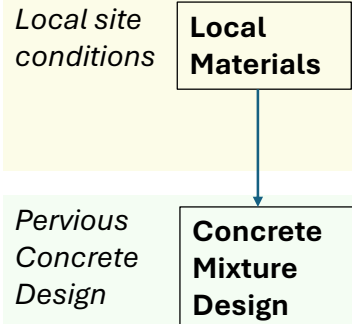
• Técnica Fuertemente Interdisciplinaria

- Materiales
- Construcción
- Hidráulica
- Estructural
- Ambiental

(Segura-Castillo, 2024)

Relación Pa/Ag y Tipo de Agregado

Nivel de compactación



Concrete Laboratory Characterization

Sample Production Compaction

Porosity

Permeability

Strength

Material Performance Evaluation (Laboratory samples) Chapter's Section 2.

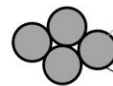
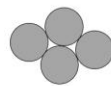
Construction techniques

Clogging factors

Hydraulic conditions

Structural

PERMEABILIDAD

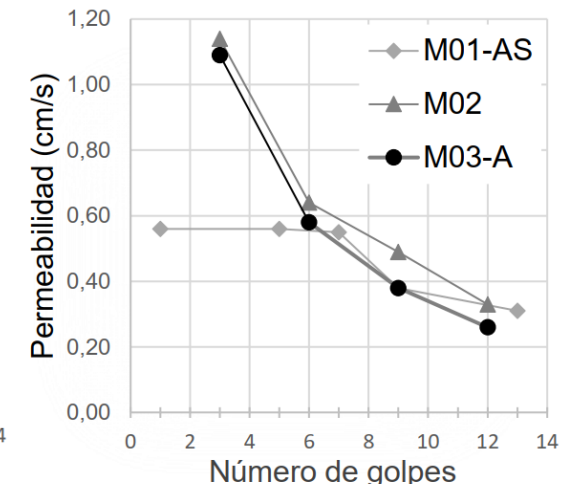
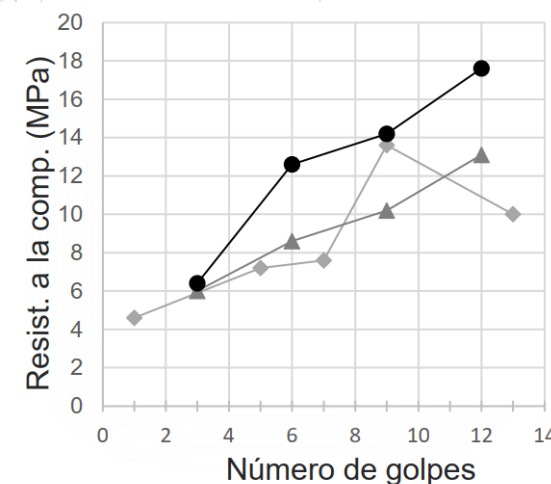
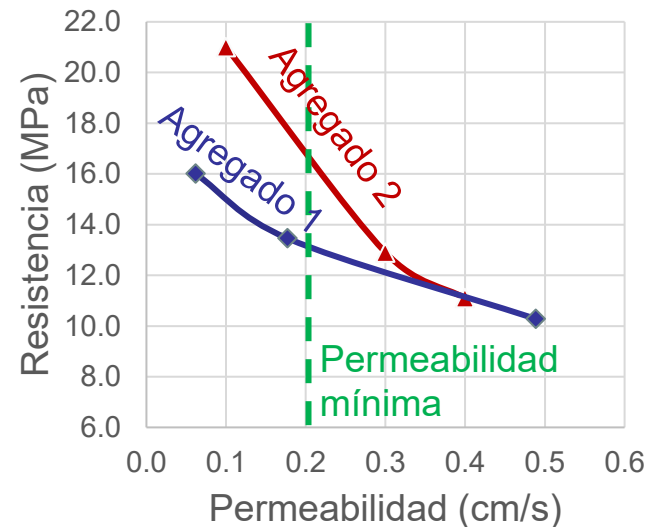


Agregado

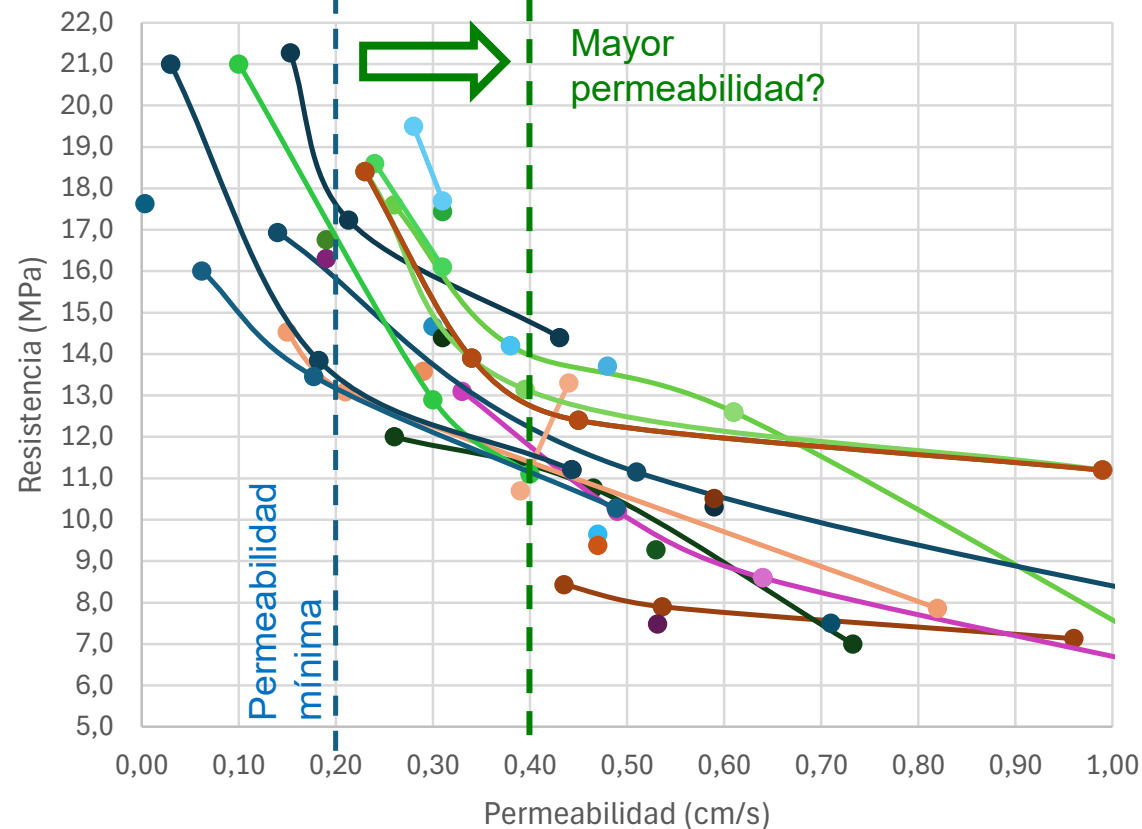
Pasta



RESISTENCIA +Pa/Ag



“Mapa de Resultados” en Uruguay



Factores principales

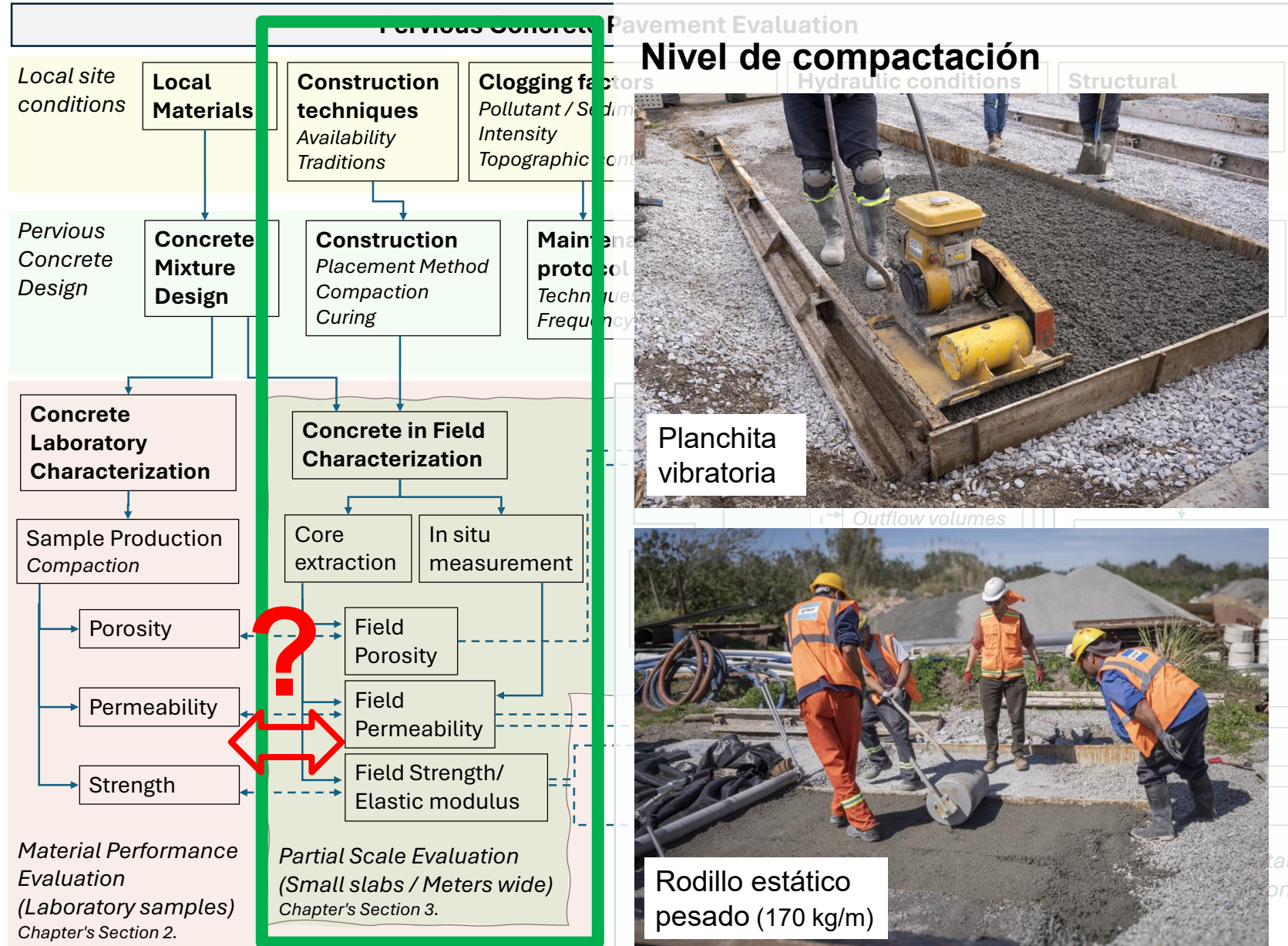
- Relación Pasta/Agregado
- Relación Agua/cemento
- Nivel de compactación
- Tipo de Agregado
- Uso de Aditivos

Es posible obtener mezclas con permeabilidades altas (0,4 cm/s) y aun mantener resistencias suficientes para aplicaciones de baja carga.

Compactación en Obra

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

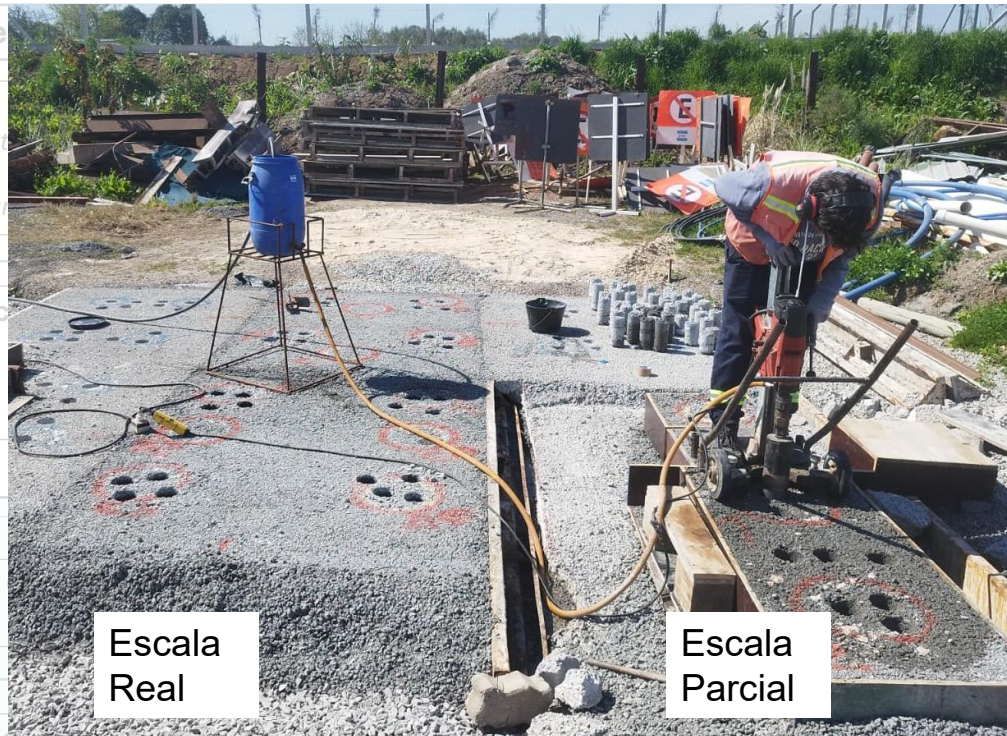
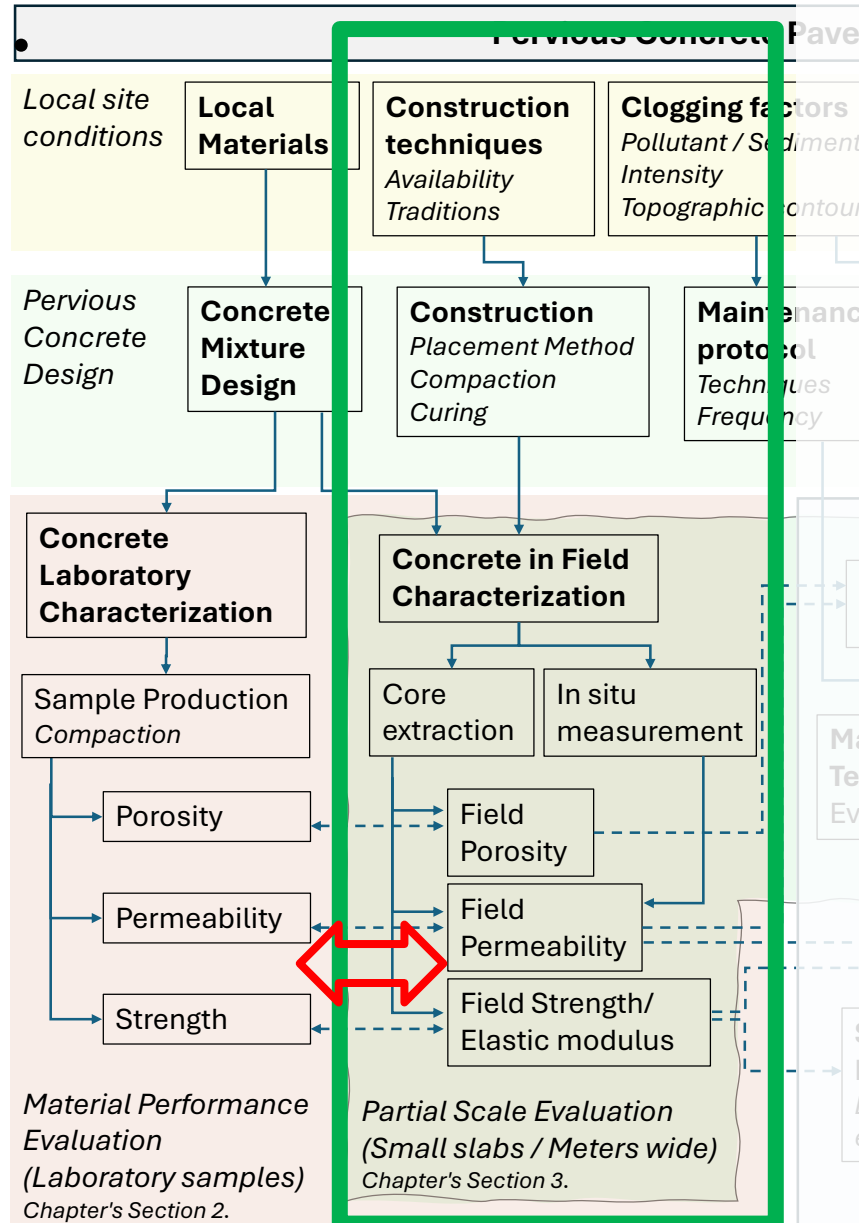
7



Compactación Probeta vs Compactación Obra

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

8



Probetas

Comparamos:

- **Probetas** llenadas a pie de camión
 - **Testigos** extraídos de losetas compactadas con técnicas de obra, en dos escalas:
 - **Escala Real**
 - **Escala Parcial**
- (Dimensiones mínimas = economía experimental)

¿Es posible relacionar cada técnica constructiva con una energía de compactación en probetas?

Ejemplo: Resultados a Escala Parcial

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

9



Loseta cuadrada
de 50 cm y 20 cm
de profundidad.



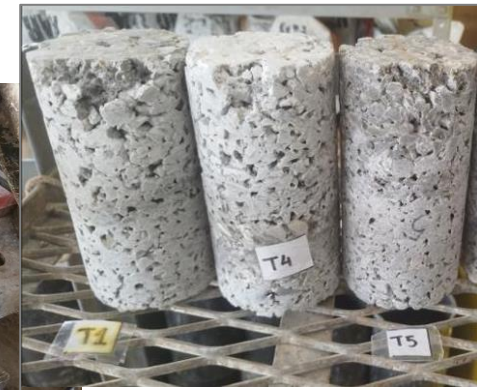
Llenado.



Regla con
complemento.



Rodillo de 60 cm de
longitud con Φ 30
cm y 100 kg/m

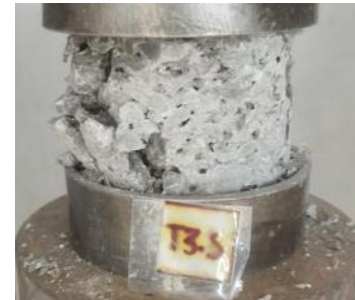
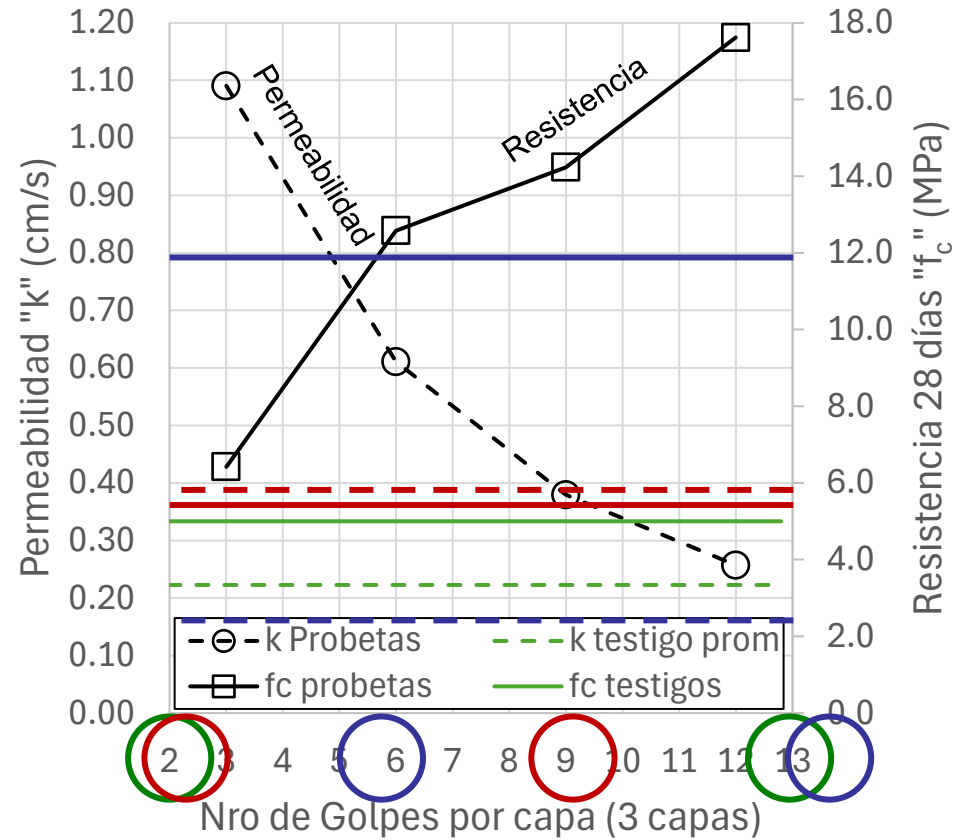


Extracción de
testigos

Comparación con testigos

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

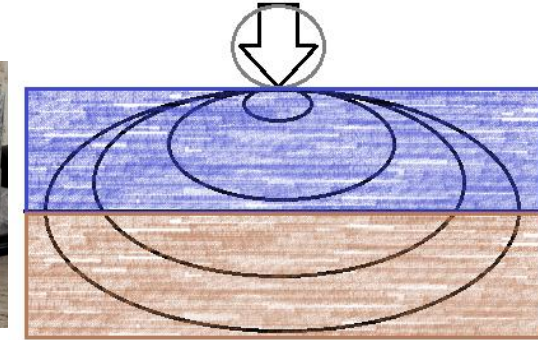
10



Mitad Superior



Mitad Inferior



Tanto el diseño de la mezcla, como la forma de compactación en obra, determinan las propiedades de los pavimentos de hormigón permeable.

¡Cuidado con la heterogeneidad!

Actualmente, se determinan en forma experimental.

Nº de Golpes Resistencia

Mitad superior

Nº de Golpes Permeabilidad

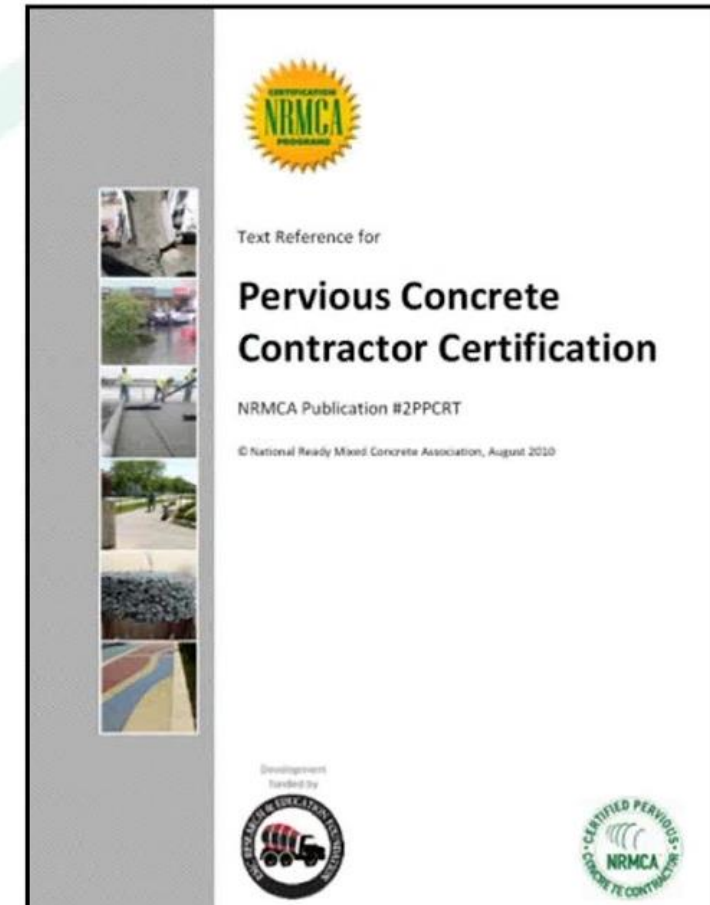
Mitad inferior

Testigo entero

- En EEUU existen certificaciones para constructoras que coloquen Hormigón Permeable
- ¿Implementar certificaciones en Uruguay?
 - Para hormigoneras (certificar propiedades de mezclas)
 - Para constructoras. (certificar procesos y resultados, asociados a las mezclas)

Ejemplo

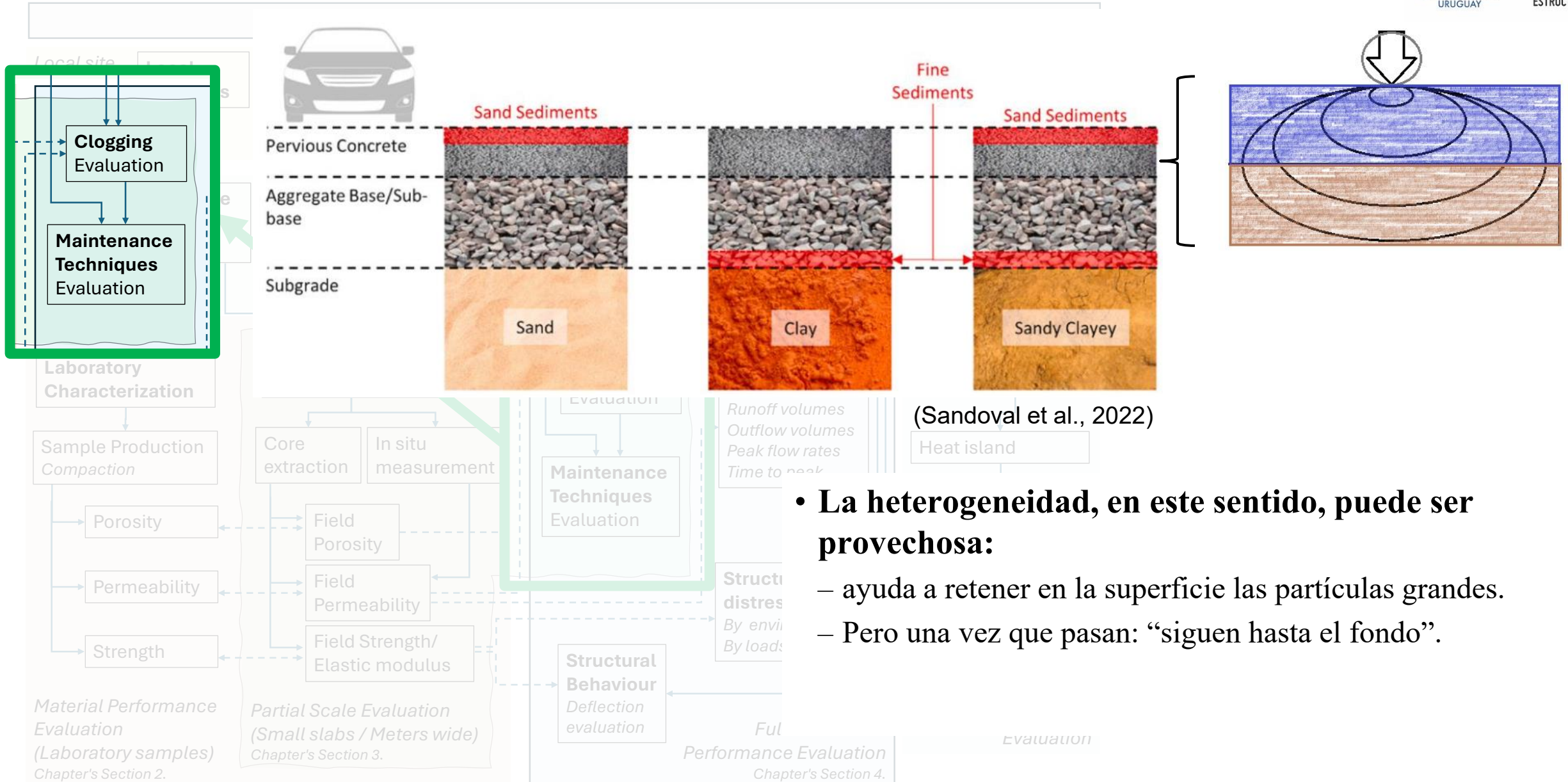
- What a Concrete Contractor Needs to Know About Pervious Concrete
- Pervious Concrete Mixtures and Production
- Tools and Equipment
- General Design Principles
- Pervious Concrete Construction
- Maintenance and Troubleshooting
- Checklists



Colmatación y Mantenimiento

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

12



Equipos de mantenimiento manual



- Hidro-lavado
- Aspirado
- Soplado
- Sistemas combinados

(Hu et al., 2020), (Hein et al., 2013)

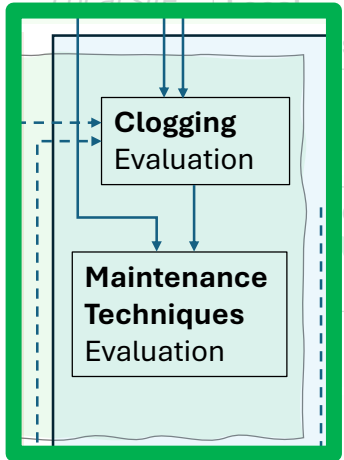
Equipos de mantenimiento mecánico



(Vancura et al., 2012)



(<https://municipiof.montevideo.gub.uy>)



Laboratory
Characterization

Sample Production
Compaction

Porosity

Permeability

Strength

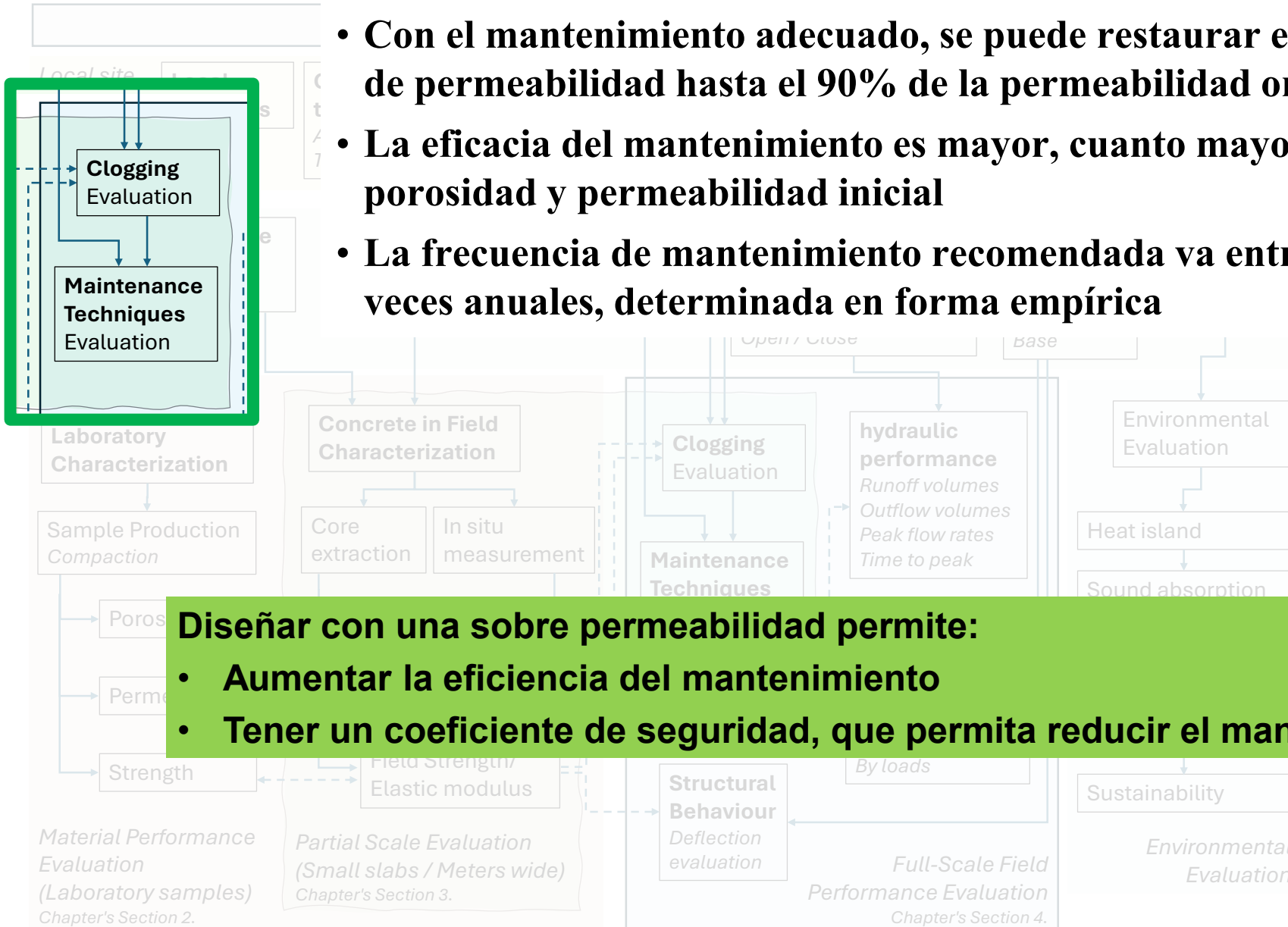
Material Performance
Evaluation

(Laboratory samples)
Chapter's Section 2.

Chapter's Section 3.

Performance Evaluation
Chapter's Section 4.

- Con el mantenimiento adecuado, se puede restaurar el nivel de permeabilidad hasta el 90% de la permeabilidad original
- La eficacia del mantenimiento es mayor, cuanto mayor es la porosidad y permeabilidad inicial
- La frecuencia de mantenimiento recomendada va entre 1 y 5 veces anuales, determinada en forma empírica



Diseñar con una sobre permeabilidad permite:

- Aumentar la eficiencia del mantenimiento
- Tener un coeficiente de seguridad, que permita reducir el mantenimiento.

Resumen del Proyecto / Conclusiones

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

15



- **Centro del Proyecto: Pruebas piloto escala real**

- El proyecto incluye la ingeniería de 2 proyectos por año (público / privado)
 - Diseño hidráulico y estructural
 - Control de calidad durante construcción
 - Prueba hidráulica de funcionamiento
 - Monitoreo por 2 años

- **Escala Real**

- Técnicas Grandes Superficies
- Monitoreo a escala real
 - Estructural y Desgaste Superficial
 - Sedimentos, Colmatación y Mantenimiento
 - Hidráulico

- **Mejora de Dosificaciones**

- Ajustadas a las nuevas técnicas constructivas
- Mejora del control de calidad



Resumen del Proyecto / Conclusiones

Jornada: Pavimentos de Hormigón Permeable Octubre de 2025 Facultad de Ingeniería

16



- **Diseño actual:**
 - Fuertemente empírico
- **Al final del proyecto:**
 - Modelo de diseño integral:
 - Que contemple diseño estructural/hidráulico y (bajo) mantenimiento
- **Aportes al medio**
 - Pliegos de licitación modelo
 - Catálogo de SPHP tipo
 - Transferencia conocimiento a:
 - Intendencias / Ministerios / Privados
 - Certificaciones:
 - Hormigoneras / Constructoras
- **Difusión**
 - Científico / Técnica
 - Revistas y congresos
 - Redes. Seminarios.
 - Página web: hormigonpermeable.com





¡Gracias por su atención!

Proyecto ANII (CF_1_2024_1_181460):
**Sistemas de Pavimentos de
hormigón permeable (SPHP) de bajo
mantenimiento para grandes
superficies**

*Avances en Uruguay:
Hormigón Permeable de
Bajo Mantenimiento*

Lunes 13 de octubre de 2025
Facultad de Ingeniería
Montevideo - Uruguay



Luis Segura
(lsegura@fing.edu.uy)
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay