

Tema

PERMEABILIDAD DEL SUELO CEMENTO Y CRISTALIZACIÓN DE SALES

Autor: Ing. Luis A. Caballero

**Institución: Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Asunción.**

ASUNCIÓN
2022



INTRODUCCIÓN

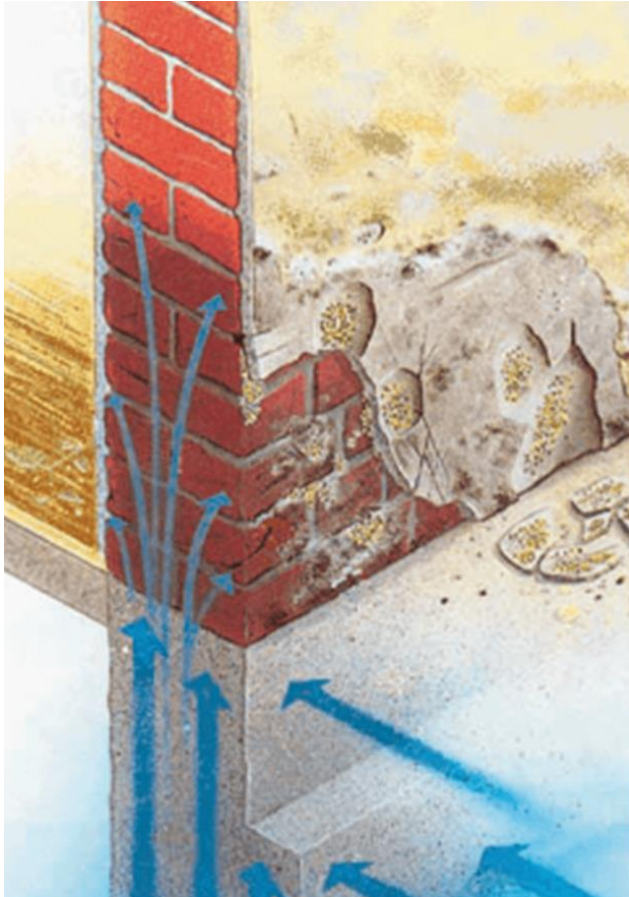


The diagram shows a cross-section of a porous material, likely concrete, with irregular brown grains. A network of green channels represents capillary pores. Three white arrows indicate the upward movement of water through these channels, illustrating the process of capillary action.

Las aguas que transportan las sales disueltas ascienden por capilaridad en los materiales de construcción



Las sales
proviene(n) del
suelo, de los
mismos
materiales
(mortero), del
agua superficial



La cristalización de sales solubles en los materiales de edificación está considerada actualmente como uno de los mecanismos de deterioro más generalizado.

ASUNCIÓN
2022



ASUNCIÓN
2022

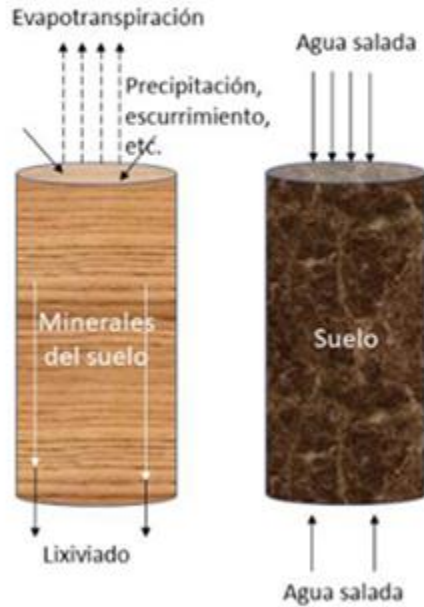


ASUNCIÓN
2022



Modelos de evolución para los suelos afectados por salinidad

Acumulación de sales debido a la interacción de suelo-agua-clima



Acumulación de sal procedente de depósitos directos



Vías genéticas para el desarrollo de suelos afectados por salinidad

Suelos salinos, lo más común es encontrarlos asociados a las zonas áridas, sobre todo entre los trópicos de cáncer y capricornio.

Leyenda

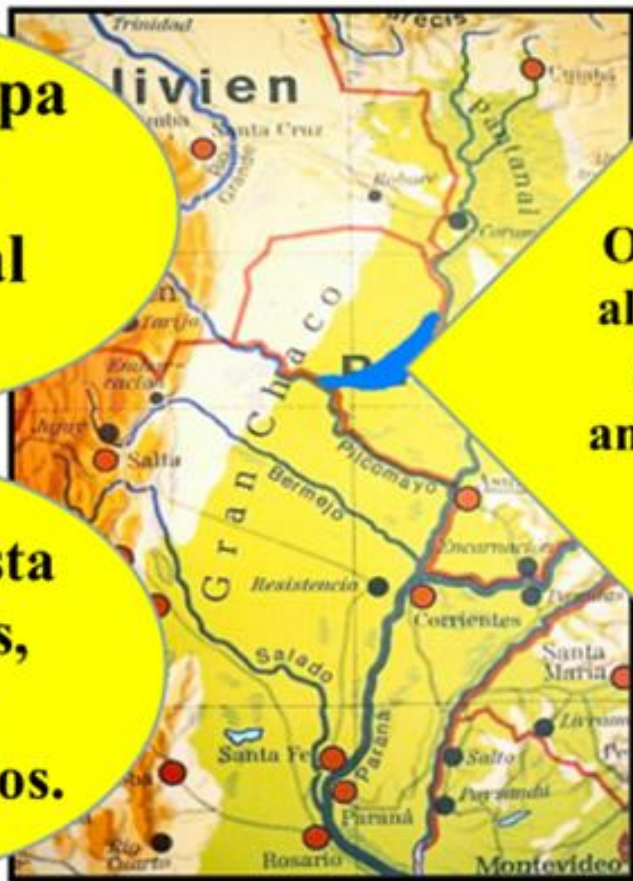
Tipo y niveles de gravedad de suelos afectados por salinidad

Salino	Sódico	salino sódico
ligera	ligera	ligera
moderada	moderada	moderada
alta	alta	alta
extrema	extrema	extrema

Distribución global de los suelos afectados por salinidad (Fuente: Wicke *et al.*, 2011)

**Extensa napa
acuífera
superficial
salina.**

**Se manifiesta
en lagunas,
cauces y
campos bajos.**



**Orientación noreste
al suroeste, cinturón
de 50 a 75 km de
ancho por 500 km de
largo.**

**En región Oriental
Salitre cue, Yuquyty,**

ASUNCIÓN
2022



Marco teórico

Irassar et al. (2010)

**Condiciones
conjuntas
que deben
existir para
que ocurra el
daño por
cristalización
de sales.**



DEMOSTRAR

La microestructura del suelo cemento es permeable a la migración de sales solubles, que cristalizadas pueden deteriorarlo.

ASUNCIÓN
2022



MUESTREO DE MATERIALES

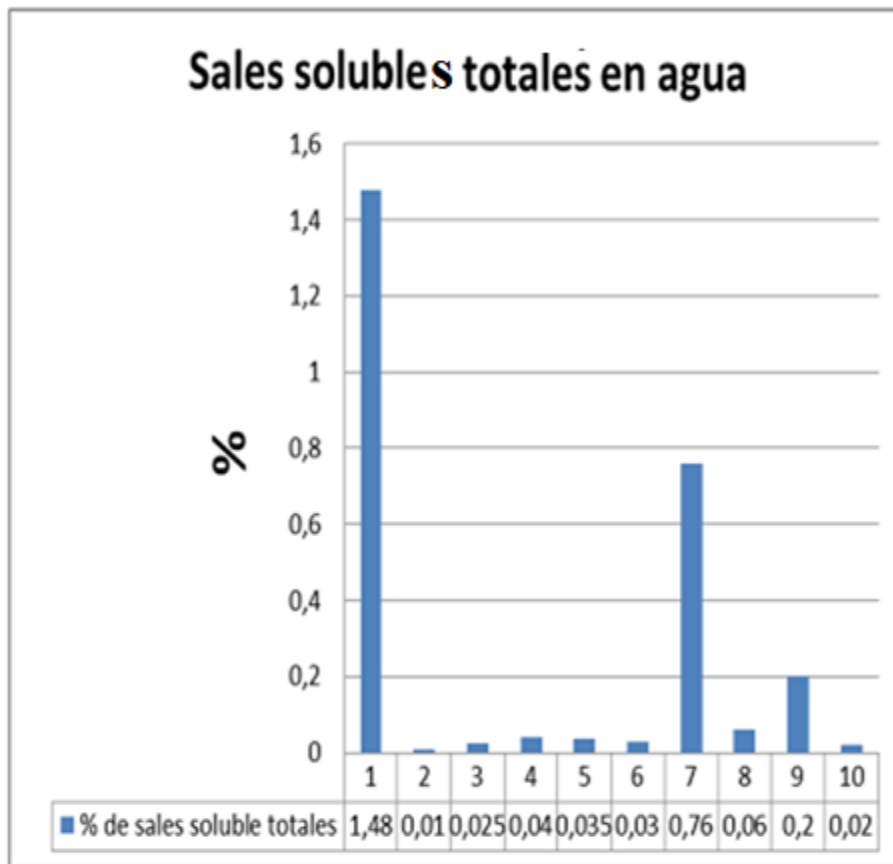
Se muestrearon suelo y agua en el tramo 428+000 a 585+000 de la ruta PY9



Muestreo de suelo



Muestreo de agua



Muestra 1 es de pozo profundo de Filadelfia

Muestra 7 es de laguna de progresiva 554+000

Muestra 9 es de laguna de progresiva 574+000



Según Woodbridge et al. (1994), los porcentajes superiores a 0,2 % de sales solubles totales pueden afectar al pavimento,

Salinidad en el entorno de la carretera

Desarrollo experimental (1)

Demostración de la permeabilidad del suelo cemento utilizando el método de: "*ABSORCIÓN CAPILAR*"

**Método
IRAM
1871**



**Suelo A-2-4
IG: 0
SST: 0.04 %**

**28 días de
curado**

**Pintura
impermeabili-
zante**

**Adiciones: Cal
hidratada,
escoria de alto
horno
y piedra
triturada.**

**T: 30 °C
HR < 76 %**

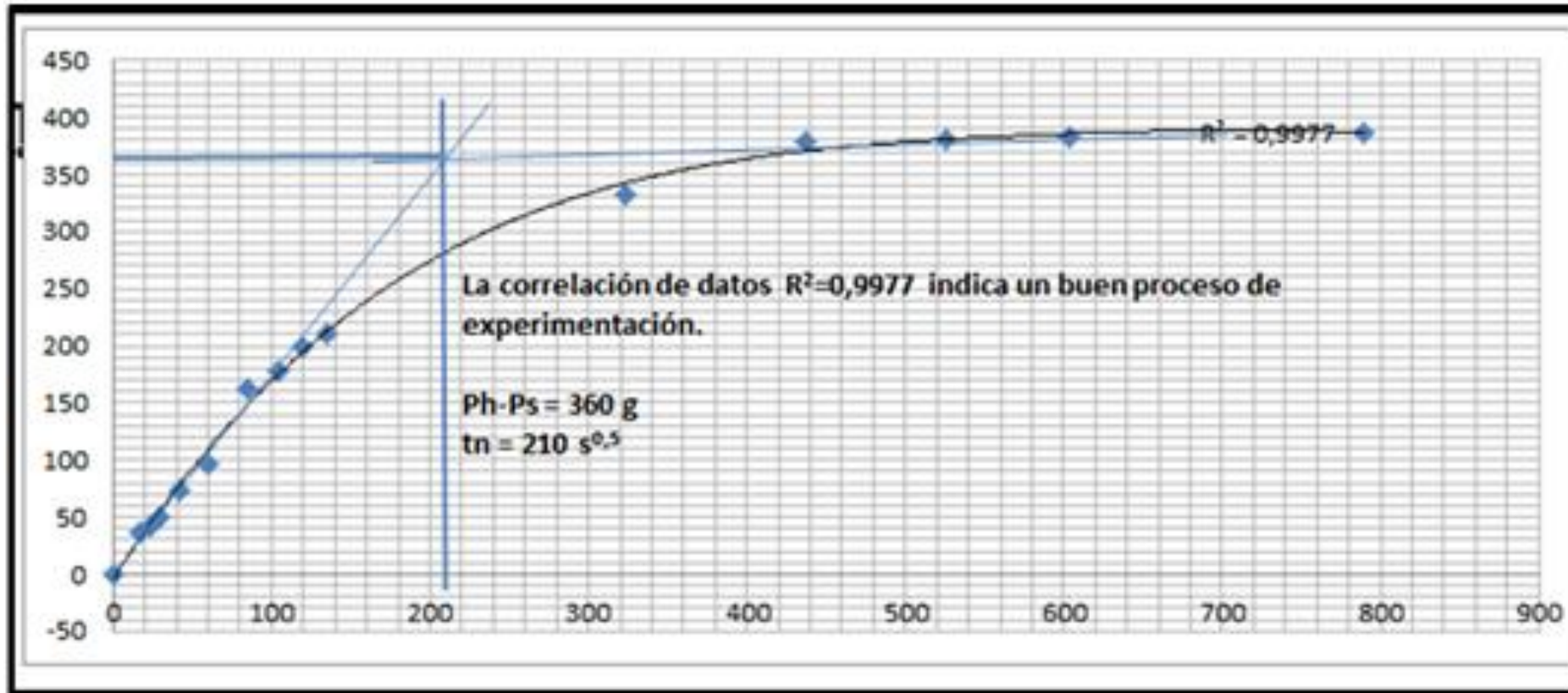
**Compactación:
T99
Agua potable
Cemento: 5 y 8
%**



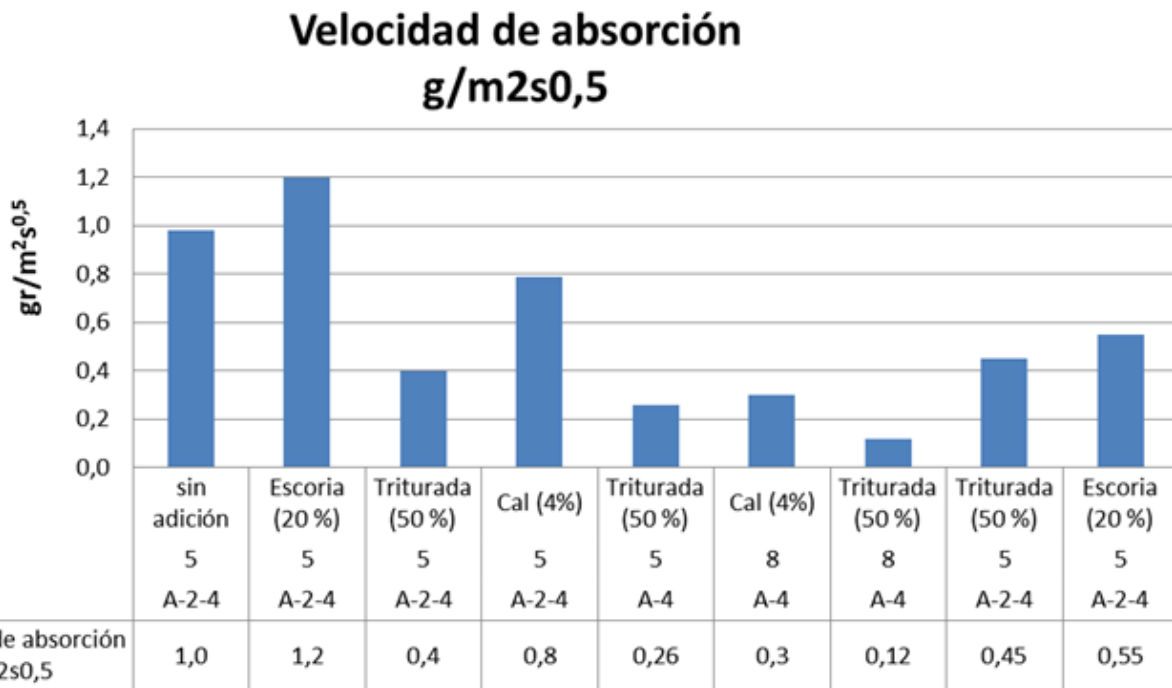
Las probetas se sumergieron 72 h en agua salada de pozo de Filadelfia, con 1,4 % de SST.

Se determinaron, peso húmedo y peso seco

Curva HUMEDAD-TIEMPO



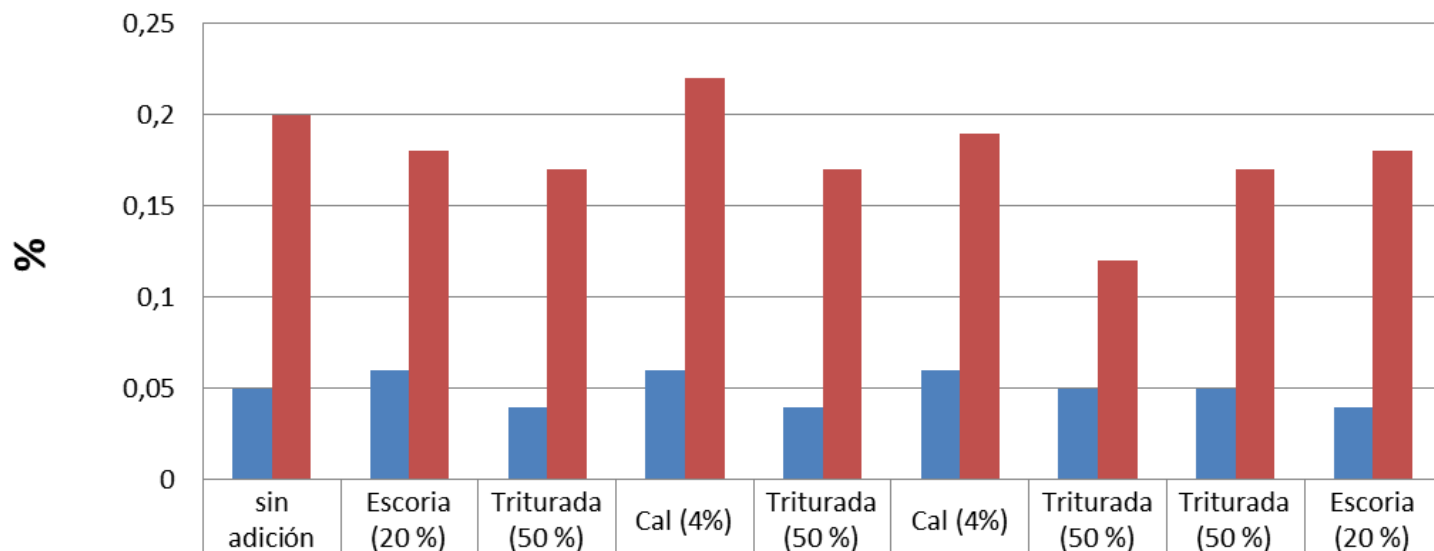
VELOCIDAD DE ABSORCIÓN



Baja velocidad de absorción indica baja porosidad

Migración de sales solubles

Sales totales en la cara superior en %

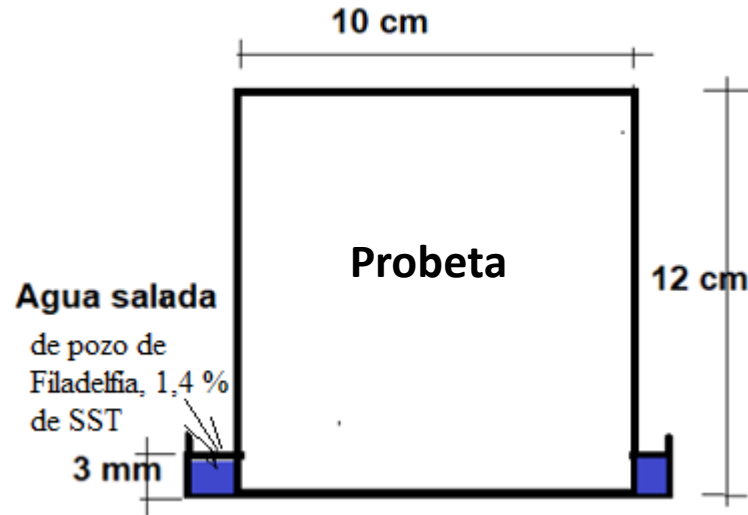


■ SST en la cara superior antes del ensayo	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04
■ SST en la cara superior después del ensayo	0,20	0,18	0,17	0,22	0,17	0,19	0,12	0,17	0,18

Desarrollo experimental (2)

Demostración de la cristalización de sales solubles en el suelo cemento, utilizando el método de "*Cristalización acelerada de SST*"

Método
ASTM
C88-76



-Cemento: 8%
-Cal, escoria,
triturada
-T99
-A-2-4

Repetición de
humedecimien
to y secado

Tiempo de
ciclo: 24 h

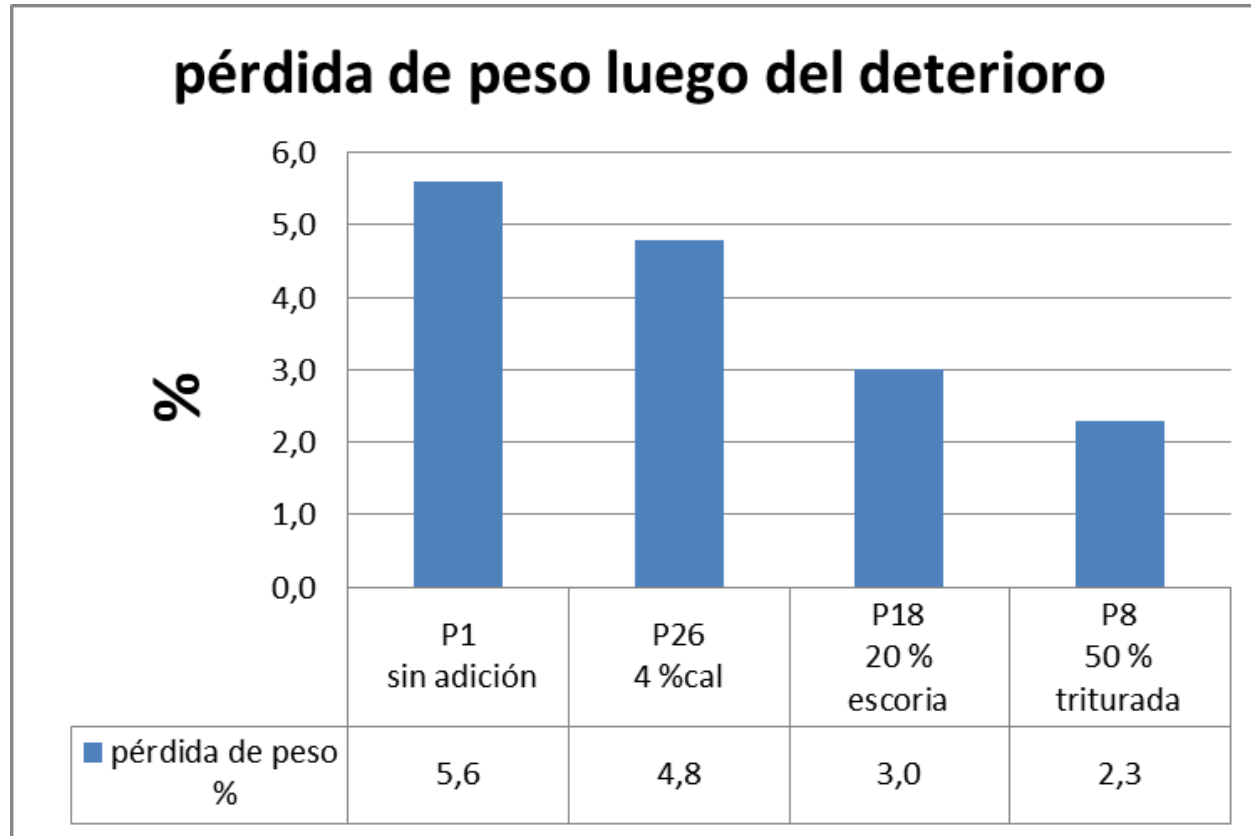
Número de
ciclo :10
Temperatura
de secado: 100
°C

Valoración de los daños

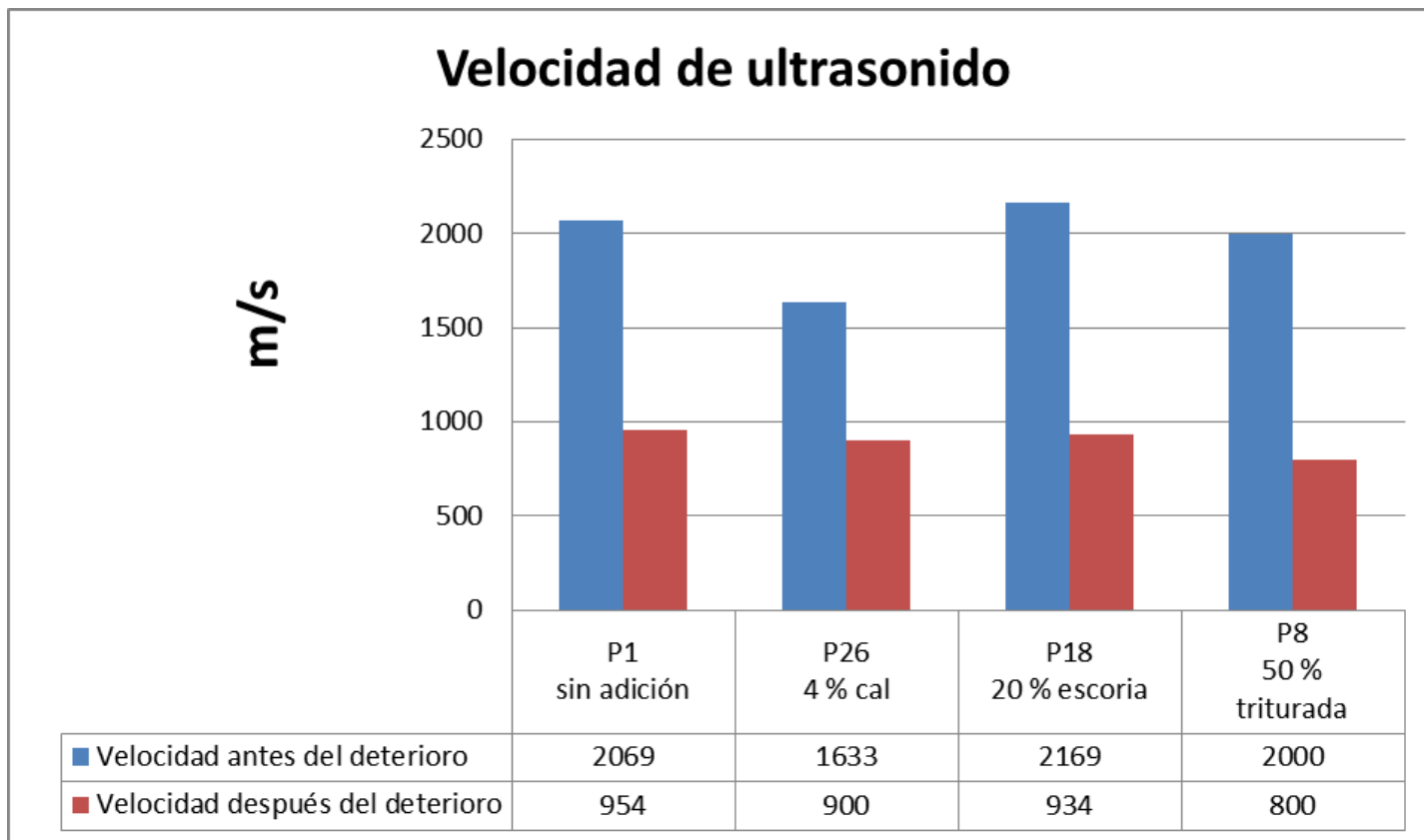
1) Observación de la superficie



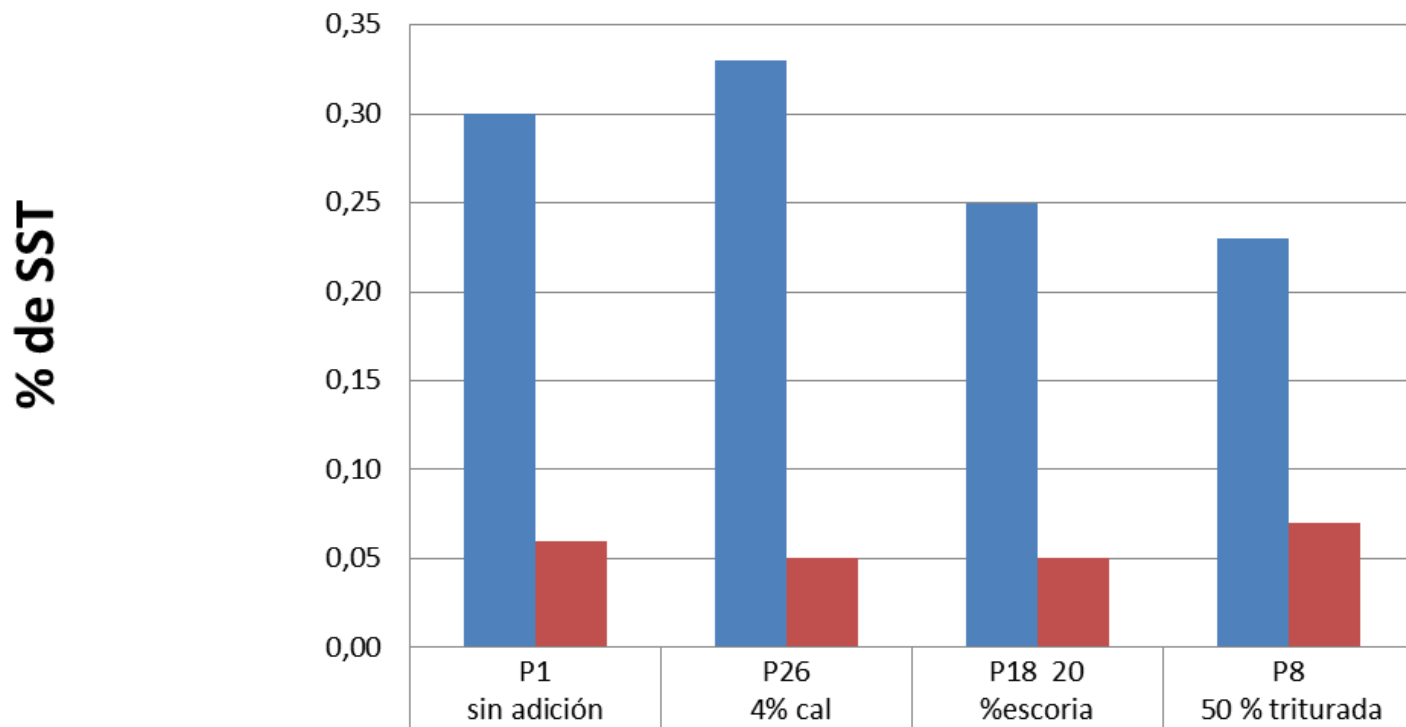
2) Pérdida de peso de la muestra



3) Variación de la velocidad de propagación de onda ultrasónica



Sales solubles totales (SST) luego del deterioro



■ Cara superior, despues de ensayo	0,30	0,33	0,25	0,23
■ Cara superior, antes de ensayo	0,06	0,05	0,05	0,07

CONCLUSIÓN

**El suelo
cemento posee
una estructura
de poros
capilares
interconectados**

**El suelo
cemento puede
deteriorarse si
agentes
agresivos
penetran por la
red de poros
capilares**

**La durabilidad del
suelo cemento
debe evaluarse
con métodos
basados en la
permeabilidad y/o
absorción de
fluidos**

ASUNCIÓN
2022



GRACIAS