



VALUTAZIONI CHIMICO-FISICHE DELLA RESISTENZA AD AMBIENTI AGGRESSIVI DI POLIURETANI ESPANSI, PER USI GEOTECNICI



Laureanda
Maria Grazia Zanoni

Relatore
Prof. Franco Bisceglie

Correlatore
Prof. Roberto Valentino

Obiettivo della Sperimentazione



Studio del comportamento chimico-fisico di resine poliuretatiche, utilizzate nel consolidamento di fondazioni

Prove da immersione

Prove da interrimento

Prove da invecchiamento accelerato

Spettrofotometro a IR

Test di sforzo di compressione non confinato
(anche sui provini invecchiati)

**Stabilità
dimensionale**

Stabilità chimica

Stabilità meccanica



Prove da Immersione

Sostanze testate

Acqua distillata

Alcol e solventi chimici (acetone, alcol etilico, alcol metilico, esano, etere di petrolio, diclorometano).

Soluzioni acquose con sostanze basiche e acide (KOH, NaCl, HNO₃, HCl, NaOH)

Campioni sagomati alle differenti densità (200, 300, 1000 kg/m³)

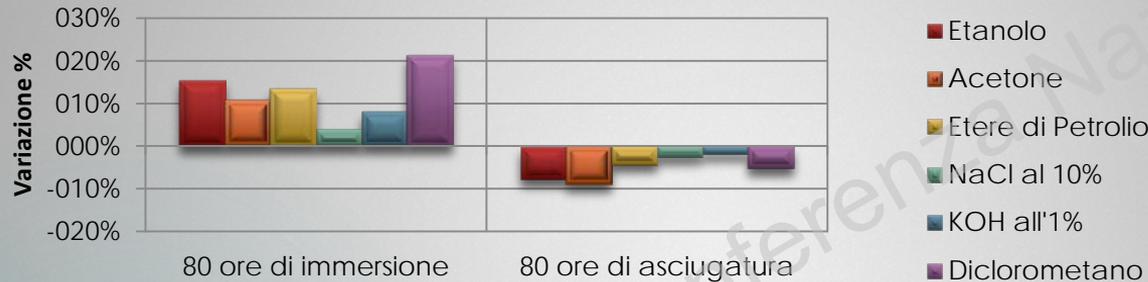
Volume $\cong 25 \div 30 \text{ cm}^3$



Stabilità dimensionale - Immersione (300 kg/m³)



Variazione di volume % dei provini che hanno subito una sola immersione



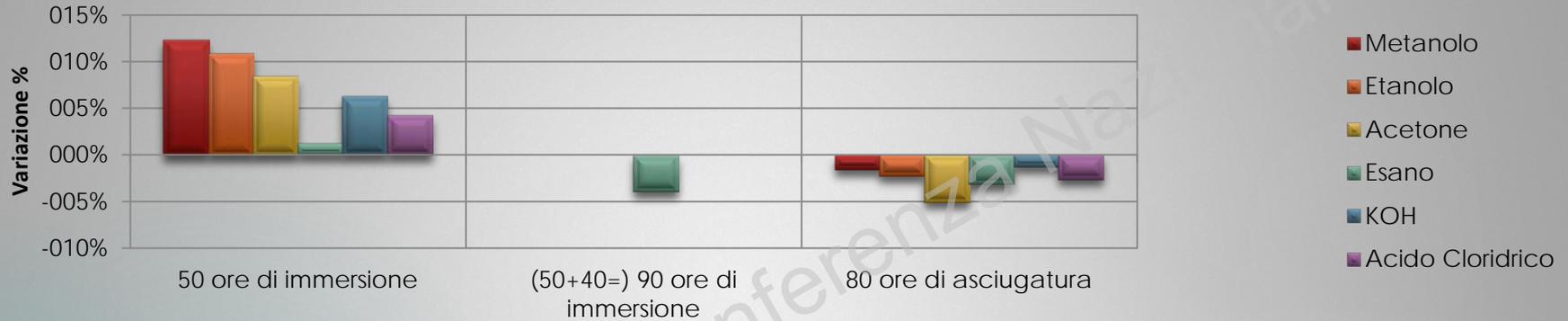
Variazione di volume % dei provini che hanno subito una seconda immersione



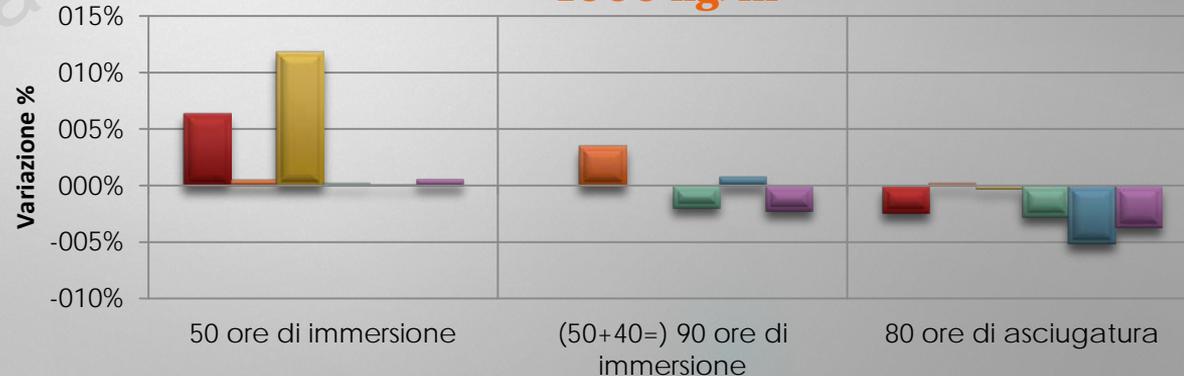
Stabilità dimensionale – Immersione (200 e 1000 kg/m³)



Variazione di volume % dei provini a densità 200 kg/m³



Variazione di volume % dei provini a densità 1000 kg/m³

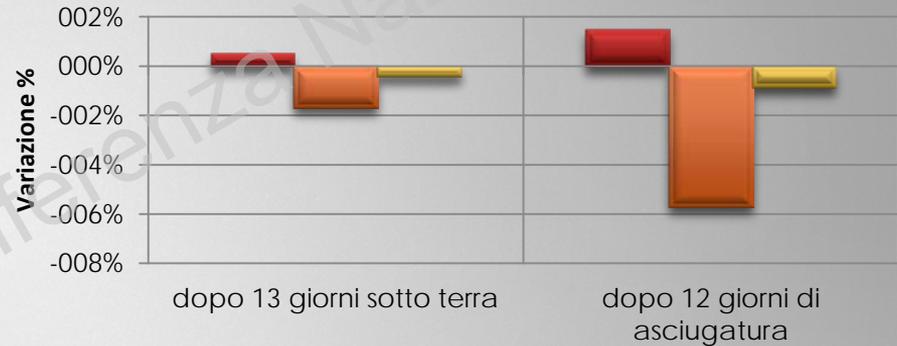


Stabilità dimensionale – Interramento



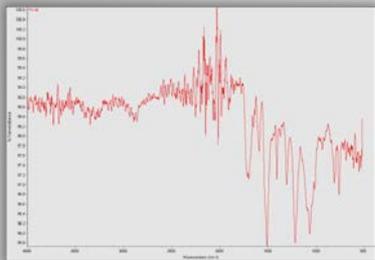
- Profondità di interramento: ca. 0,5 m;
- Terreni a pH pressochè neutro e simile;
- Provini testati tra quelli a densità 300 kg/m^3 , che avevano subito una minima variazione volumetrica dalla prova di immersione.

Variazione di volume % dei provini interrati

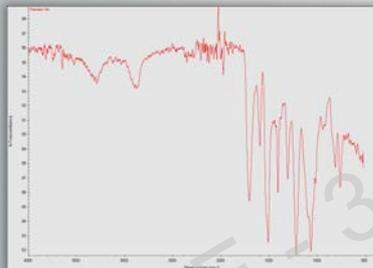


pH del terreno	Variazione di volume, appena asciugati [cm ³]	Variazione %	Variazione di volume dopo 12 gg di riposo [cm ³]	Variazione %
6,5	+0.1447	+0.54	+0.399	+1.49
7	-0.4822	-1.67	-1.6412	-5.69
6,5	-0.1180	-0.42	-0.246	-0.87

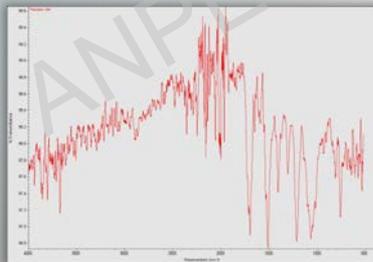
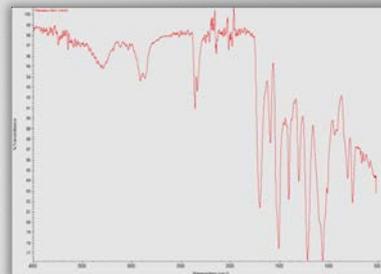
Prova chimica con Spettrofotometro a IR



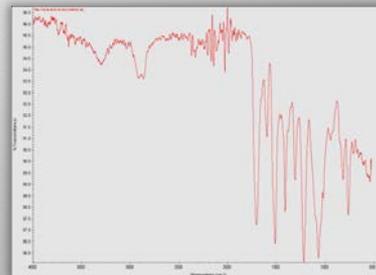
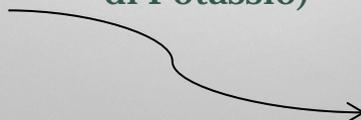
200 kg/m³
(Acetone)



300 kg/m³
(Metanolo)



1000 kg/m³ (Idrossido
di Potassio)



Prove di Invecchiamento Accelerato



Norma Europea UNI EN ISO 2440 (ediz. 1999 e aggiornam. del 2014)

Invecchiamento per
riscaldamento a secco

Invecchiamento per umidità

Provini testati
a densità 200, 300 e
1000 kg/m³

Provini cilindrici (Volume $\cong 92 \text{ cm}^3$)

Provini sagomati (con variazione
volumetrica minima dalle prove di
immersione)

Invecchiamento accelerato – Provini sagomati - 300 kg/m³



Variazione di volume % dei provini sottoposti ad invecchiamento a secco



Variazione di volume % dei provini sottoposti ad inv. per umidità



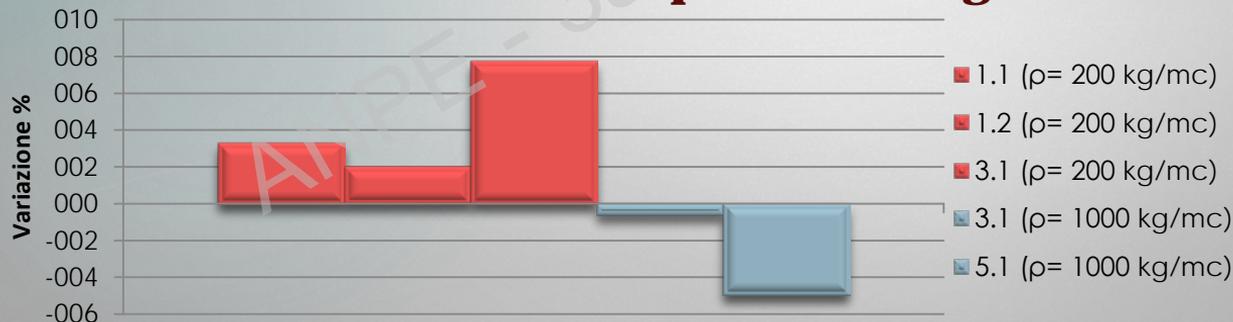
Invecchiamento accelerato – Provini sagomati – 200 e 1000 kg/m³



Densità [kg/m ³]	Variazione dim. [cm ³]	Variazione %	Categoria nella scala di variazione
200	+0,909	+3,32	Buona
	+0,461	+2,03	Eccellente
	+2,483	+7,75	Discreta
1000	-0,145	-0,61	Eccellente
	-1,318	-4,95	Buona



Variazione di volume % provini intagliati



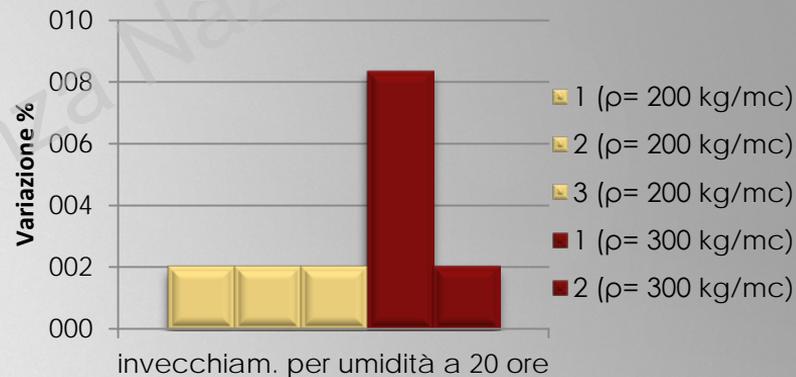
invecchiam. per umidità a 20 ore

Invecchiamento accelerato – Provini cilindrici– 200, 300 e 1000 kg/m³



Densità [kg/m ³]	Variazione dim. (cm ³)	Variazione %	Categoria nella scala di variazione
200	+1,886	+2,04	Eccellente
	+1,886	+2,04	Eccellente
	+1,886	+2,04	Eccellente
300	+7,737	+8,37	Discreta
	+1,886	+2,04	Eccellente
	0,000	0,00*	Eccellente
1000	0,000	0,00*	Eccellente
	0,000	0,00*	Eccellente
	0,000	0,00*	Eccellente

Variazione di volume % provini cilindrici



***I provini a 1000 kg/m³ non appaiono nel grafico, poiché non hanno subito alcuna variazione dimensionale**

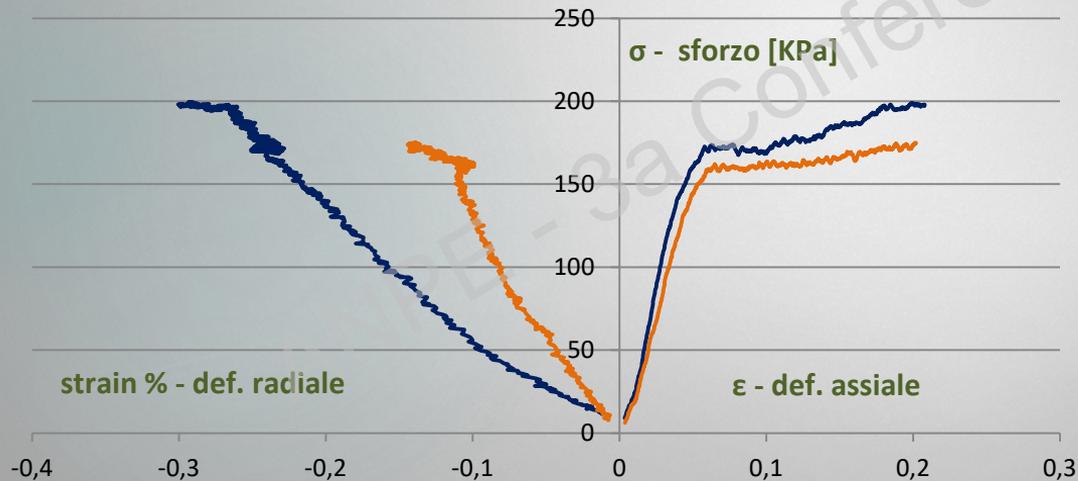


Comportamento Meccanico



Provini testati: cilindrici originali e sottoposti a trattamento di invecchiamento accelerato

Deformazione assiale e radiale dei campioni a densità 200 kg/m³



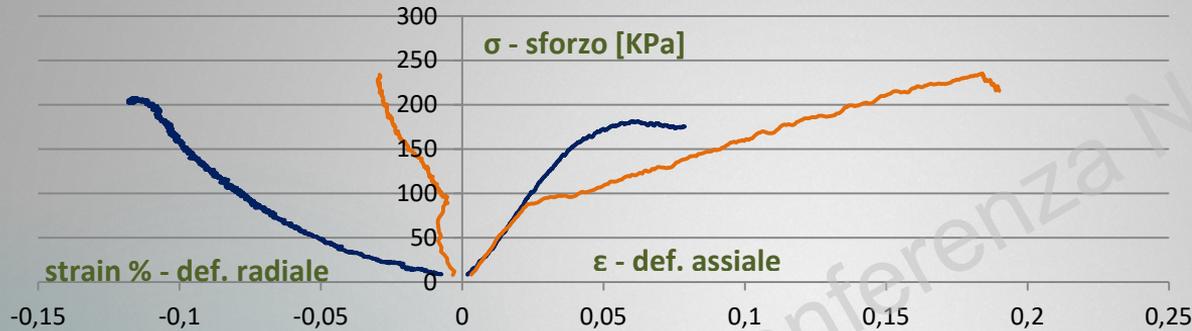
Curve blu – pre invecchiamento

Curve arancioni – post invecchiamento

Comportamento Meccanico



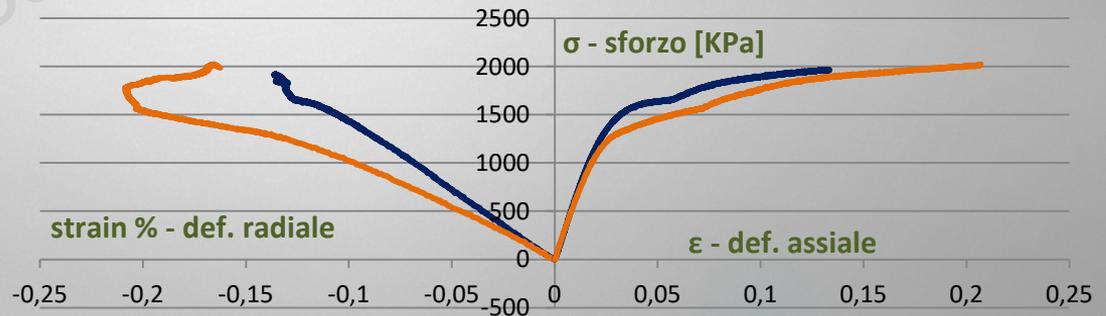
Deformazione assiale e radiale dei campioni a densità 300 kg/m³



Curve blu – pre invecchiamento

Curve arancioni – post invecchiamento

Deformazione assiale e radiale dei campioni a densità 1000 kg/m³





Conclusioni Sperimentali

- ❖ **Tendenza delle resine al rigonfiamento e ritiro**
- ❖ **Risultati da interrimento in controtendenza**
- ❖ **Possibile effetto scala dimensionale dall'invecchiamento**
- ❖ **Comportamento meccanico simile**
- ❖ **Necessaria ulteriore sperimentazione per valutare i dubbi**



**Grazie per
l'attenzione**

VPE 2023 Conferenza Nazionale