

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria chimica e dei materiali

Relazione per la prova finale

STUDIO DI INVECCHIAMENTO DI ADESIVI SIGILLANTI
POLIMERICI UTILIZZATI IN AMBITO NAUTICO

Tutor universitario: Prof. Mirto Mozzon

Laureando: *Davide Traverì*

Padova, 13/07/2023

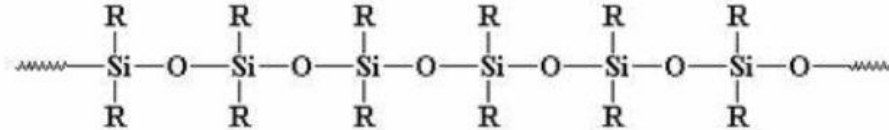
L'attività di tirocinio si è svolta presso l'azienda NoxorSokem group S.r.l di Cusano di Zoppola (PN) ed ha avuto una durata di 250 ore. L'azienda è frutto della fusione tra la Noxor fondata nel 1983 e che si occupa dello sviluppo di prodotti chimici industriali e della Sokem nata nel 1994 con l'obiettivo di creare adesivi e sigillanti innovativi per l'ambito nautico e per l'industria.



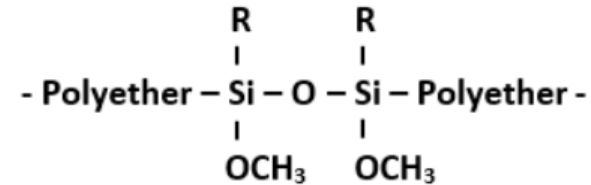
Studiare la variazione delle proprietà fisiche e della struttura chimica di sette prodotti adesivi sigillanti polimerici usati per l'operazione di calafataggio delle imbarcazioni a seguito di un trattamento di esposizione prolungata a diversi agenti chimici e ai raggi UV. Questo ciclo di 'invecchiamento' mima l'effetto che gli agenti citati avranno sui materiali testati nel corso della loro vita utile.



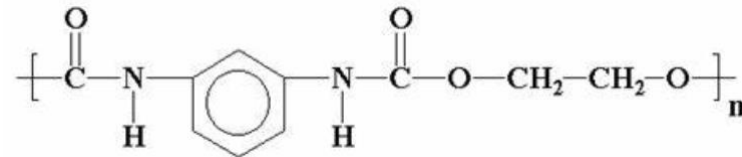
- Siliconi
 1. TEAK 50 (nero)



- MS polymer™
 1. M-UV-27 (nero)
 2. MR1751MS (bianco)
 3. TEAK 40 (nero)
 4. MS-2113 (bianco)



- Poliuretani
 1. PU-20-BLACK (nero)
 2. PU-40-WHITE (bianco)

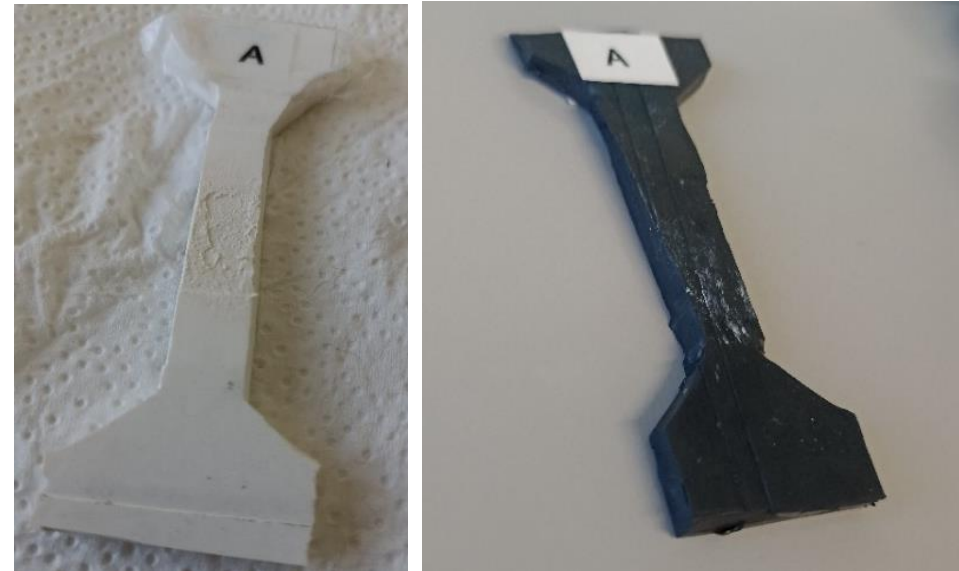


Prima di procedere con le analisi è stato necessario realizzare una tipologia apposita di provini detti provini a manubrio e spallati. I provini sono stati poi etichettati per poterli ricondurre al polimero utilizzato per la loro realizzazione e all'agente chimico utilizzato per il trattamento di 'invecchiamento'.



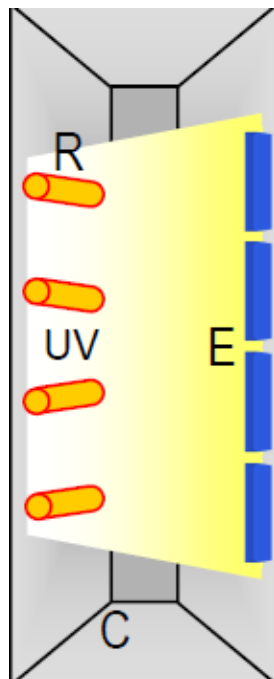
Al fine di simulare l'effetto a lungo termine che i prodotti per la pulizia possono avere sui materiali testati i provini sono stati sottoposti ad un contatto prolungato ai seguenti agenti chimici:

- Chanteclair sgrassatore universale
- Ammoniaca 32% m/m
- Idrossido di sodio 30% m/m
- Ipoclorito di sodio
- Dietilen glicole
- CLEANKEM TEAK

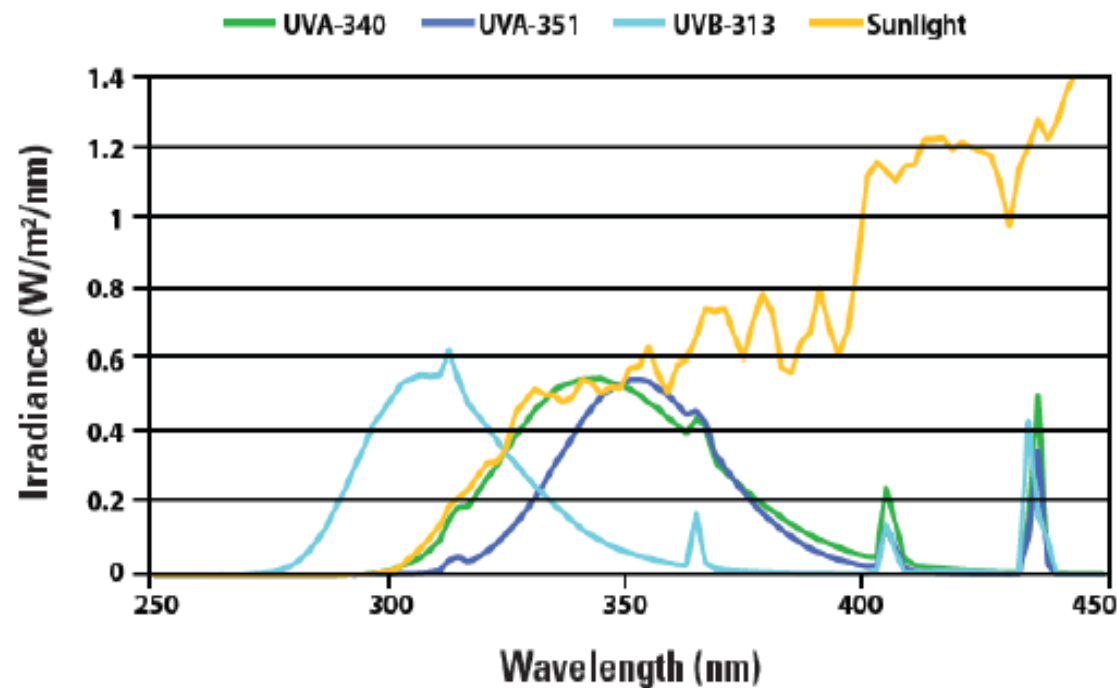


Provini rovinati da attacco con ipoclorito di sodio

Per simulare l'effetto di una prolungata esposizione solare, i campioni verranno sottoposti ad un ciclo di mille ore di esposizione in macchinario UV test Chamber. Questo macchinario utilizza un sistema di lampade UVA-340 che forniscono un'irradianza a questa lunghezza d'onda di $0,77 \text{ W/m}^2$



Macchina UV, vista campioni



Irradianza solare vs irradianza lampade

1. Analisi spettri infrarossi

- Spettrofotometro FT-IR Perkin Elmer Spectrum two



2. Analisi durezza dei materiali

- Durometro Affri 3003, scala Shore A
(sensibilità 1 grado Shore)



3. Analisi comportamento a trazione

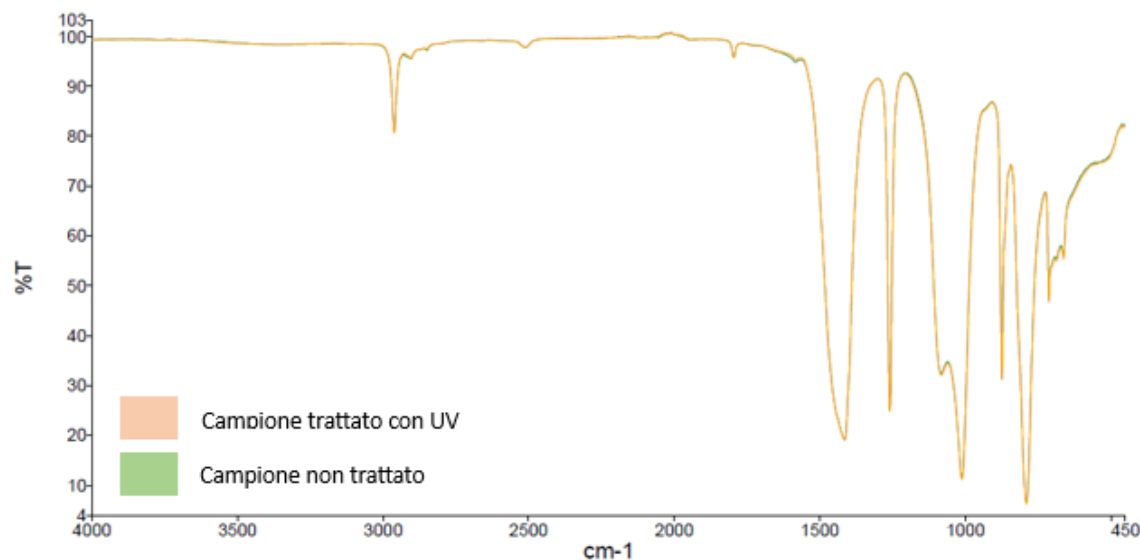
- Dinamometro Sauter FH 20K (capacità 20KN sensibilità 0,01KN)
- Banco Dinamometrico



Per osservare l'effetto che l'esposizione agli agenti chimici e ai raggi UV hanno avuto sulla struttura superficiale dei materiali testati è stato fatto un confronto tra gli spettri IR dei materiali vergine e dei materiali trattati.

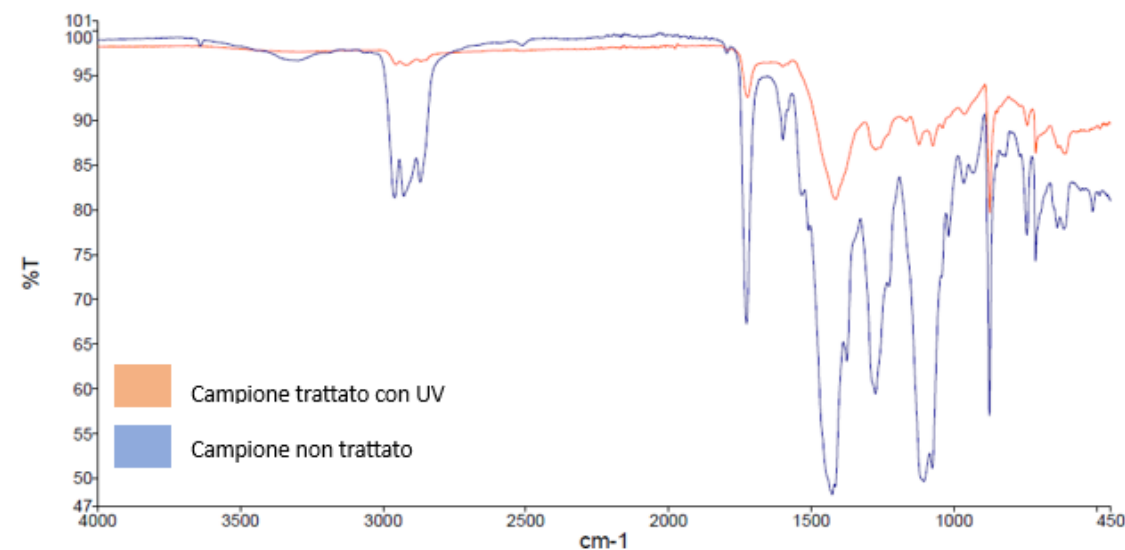
Se gli spettri non risultano sovrapponibili allora il polimero ha subito una variazione nella sua struttura chimica superficiale.

MR1751MS



Spettri sovrapponibili

PU-40-WHITE



Spettri non sovrapponibili

In maniera analoga a quanto fatto nel punto precedente è stato eseguito un confronto tra la durezza dei materiali vergine e trattati.

	Vergine	ClO-	Chanteclair	NaOH	Glicole dietilenico	CLEANKEM TEAK	NH3	UV
MS-2113	32	25	34	35	34	32	35	32
M-UV-27	24	22	22	20	22	22	21	39
MR1751MS	25	26	21	25	23	22	25	26
PU-20-BLACK	40	35	40	41	40	40	35	43
PU-40-WHITE	45	36	43	43	42	44	43	47
TEAK 50	45	46	44	47	43	45	46	46
TEAK 40	43	37	39	44	40	42	44	44

(Evidenziate le variazioni più significative)

Risultati test di trazione su provini vergine:

	σ all. 100% [N]	σ rottura [N]	L in. [cm]	L fin. [cm]	L a rottura [cm]	Modulo ad all. del 100% [N/cm]	Modulo a rottura [N/cm]
M-UV-27	10	NR	4,000	8,020	Fondo scala	1,247	NR
MS-2133	10	40	3,500	7,050	13,918	1,418	2,874
MR1751MS	NR	NR	3,500	7,050	Fondo scala	NR	NR
PU-20-BLACK	20	30	3,500	7,040	13,881	2,841	2,161
PU-40-WHITE	10	20	3,500	7,060	17,086	1,416	1,171
TEAK 50	30	40	3,500	7,050	7,4967	4,255	5,336
TEAK 40	50	50	3,500	7,050	8,2620	5,674	6,052

Risultati test di trazione su provini attaccati con ipoclorito:

	σ all. 100% [N]	σ rottura [N]	L in. [cm]	L fin. [cm]	L a rottura [cm]	Modulo ad all. del 100% [N/cm]	Modulo a rottura [N/cm]
M-UV-27	10	10	3,500	7,009	Fondo scala	1,427	NR
MS-2133	20	40	3,500	7,006	16,663	2,855	2,401
MR1751MS	10	20	3,500	7,025	Fondo scala	1,423	NR
PU-20-BLACK	20	30	3,500	7,045	13,038	2,839	2,301
PU-40-WHITE	20	30	3,500	7,051	15,949	2,836	1,881
TEAK 50	50	50	3,500	7,008	7,213	7,135	6,932
TEAK 40	50	50	3,500	7,005	7,407	7,138	6,750

NR* dato non rilevabile a causa della scarsa sensibilità del dinamometro

Fondo Scala* Il provino ha raggiunto la massima estensione raggiungibile dal banco dinamometrico senza rompersi

Per valutare l'effetto degli agenti chimici sull'elasticità dei polimeri sono stati calcolati gli scarti dei moduli previo e post trattamento.

	Scarti modulo ad allungamento del 100%			
	ipoclorito	chanteclair	ammoniaca	glicole
M-UV-27	0,18	0,174	NR	NR
MS-2113	1,437	1,437	0,007	NR
MR1751MS	NR	NR	NR	NR
PU-20-BLACK	-0,002	1,423	-1,414	1,423
PU-40-WHITE	1,42	1,425	1,438	0,008
TEAK 50	2,88	1,788	1,454	-1,402
TEAK 40	1,464	1,469	0,012	-1,399
	Media scarti			
	1,23	1,286	0,299	-0,343

	Scarti moduli a rottura			
	ipoclorito	chanteclair	ammoniaca	glicole
M-UV-27	NR	NR	NR	NR
MS-2113	-0,473	-0,595	-0,961	-1,516
MR1751MS	NR	NR	NR	NR
PU-20-BLACK	0,14	0,729	-0,213	0,729
PU-40-WHITE	0,71	0,159	1,386	1,393
TEAK 50	1,596	0,707	-0,374	-2,539
TEAK 40	0,698	1,091	-0,417	-1,777
	Media scarti			
	0,5342	0,4182	-0,1158	-0,742

Se la media degli scarti risulta positiva, qualitativamente possiamo affermare che l'agente chimico ha provocato una riduzione dell'elasticità del materiale che risulta più rigido, viceversa se la media degli scarti risulta negativa.

Alla luce dei dati ottenuti si può notare come i prodotti ipoclorito e chanteclair abbiano provocato una riduzione dell'elasticità dei materiali, il glicole invece risulta avere un effetto elasticizzante mentre l'ammoniaca non provoca una significativa variazione del comportamento elastico dei materiali analizzati.

Per valutare l'effetto dei raggi UV sull'elasticità dei materiali si è ripetuto il procedimento visto al punto precedente.

	Scarti moduli ad allungamento del 100%	Scarti moduli a rottura
M-UV-27	1,602	NR
MS-2133	1,435	-0,072
MR1751MS	1,422	NR
PU-20-BLACK	0,004	0,951
PU-40-WHITE	2,865	2,046
TEAK 50	1,436	0,316
TEAK 40	0,035	-0,521
	media	
	1,257	0,544



Provini 'biscottati' dai raggi UV

Sia per i moduli ad allungamento del 100%, sia per i moduli a rottura è stata evidenziata una media scarti positiva, a testimoniare come l'esposizione ai raggi UV abbia irrigidito i materiali, che si presentano meno elastici anche al tatto.

Alla luce dei dati raccolti è stato possibile osservare come il prodotto a base siliconica (TEAK 50) sia stato quello che ha resistito meglio al ciclo di invecchiamento. Infatti, quest'ultimo presenta una struttura chimica del tutto inalterata a seguito del trattamento e anche le proprietà meccaniche non ne hanno risentito. Anche sotto l'aspetto visivo il prodotto non presenta scolorimenti o perdite di materiale, candidandosi come ottimo prodotto anche per finiture estetiche.

Anche i materiali a base MS presentano un'ottima resistenza all'attacco chimico e ai raggi UV, infatti in pochi casi il ciclo di invecchiamento è riuscito ad alterarne le caratteristiche chimico-fisiche. Da un punto di vista estetico si evidenziano scolorimenti a seguito del trattamento nel prodotto M-UV-27 e MS-2113.

Al contrario i prodotti a base poliuretanicata risultano essere nettamente più sensibili, infatti, come testimoniato dall'analisi FT-IR, sia a seguito del trattamento di aggressione chimica che a seguito dell'esposizione ai raggi UV, la struttura chimica superficiale risulta essersi nettamente alterata. Anche da un punto di vista estetico i prodotti a base poliuretanicata risultano i più sensibili, presentando perdite di materiale e scolorimenti, specie a seguito dell'esposizione a ipoclorito.