

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

Relazione per la prova finale
COATING SOL-GEL ANTI-GHIACCIO:
SINTESI E CARATTERIZZAZIONE

Tutor universitario:

Ing. Elena Colusso

Padova, 29/02/2024

Laureando: *Bader Luca*

Mouhsin Urbani

- L'ACCUMULO DI GHIACCIO CAUSA PROBLEMI IN SETTORI COME QUELLO DELL'AVIAZIONE ED ENERGETICO
- SI STANNO TESTANDO E SVILUPPANDO DEI COATINGS ANTIGHIACCIO PASSIVI, IN ALTERNATIVA AI SISTEMI ATTIVI
- TALI COATING DEVONO ESSERE DI FACILE APPLICAZIONE ED ECONOMICI



CARATTEREISTICHE CHE DEVE POSSEDERE UNA SUPERFICIE GHIACCIOFOBICA:

-IDROFOBICITA'

-ABBASSAMENTO DEL PUNTO DI CONGELAMENTO

-RIDOTTA FORZA D'ADESIONE DEL GHIACCIO ALLA SUPERFICIE $\sigma < 100\text{kPa}$

PER ESSERE CONSIDERATA GHIACCIOFOBICA UNA SUPERFICIE DEVE POSSEDERE ALMENO 2 DELLE CARATTERISTICHE SOPRARIPORTATE

OTTIMIZZAZIONE DEL PROCESSO DI DEPOSIZIONE E CARATTERIZZAZIONE DI UN COATING ANTIGHIACCIO A BASE DI SILICE:

-SVILUPPARE UN NUOVO PROTOCOLLO PER STUDIARE LA DURABILITA' DEL COATING NEI CICLI DI ICING E DE-ICING

→ CONTROLLO DELL' ACCUMULO DI CONTAMINANTE ORGANICO CHE PUO' ALTERARE LE MISURE

ATTIVITA' SPERIMENTALE:

-SINTESI E DEPOSIZIONE DEL COATING

-CARATTERIZZAZIONE DEL COATING (CA,IR,OTTICO)

-PROTOCOLLO PER VALUTAZIONE DELLA DURABILITA'

- LA SINTESI DEL COATING AVVIENE
TRAMITE TECNICA SOL-GEL

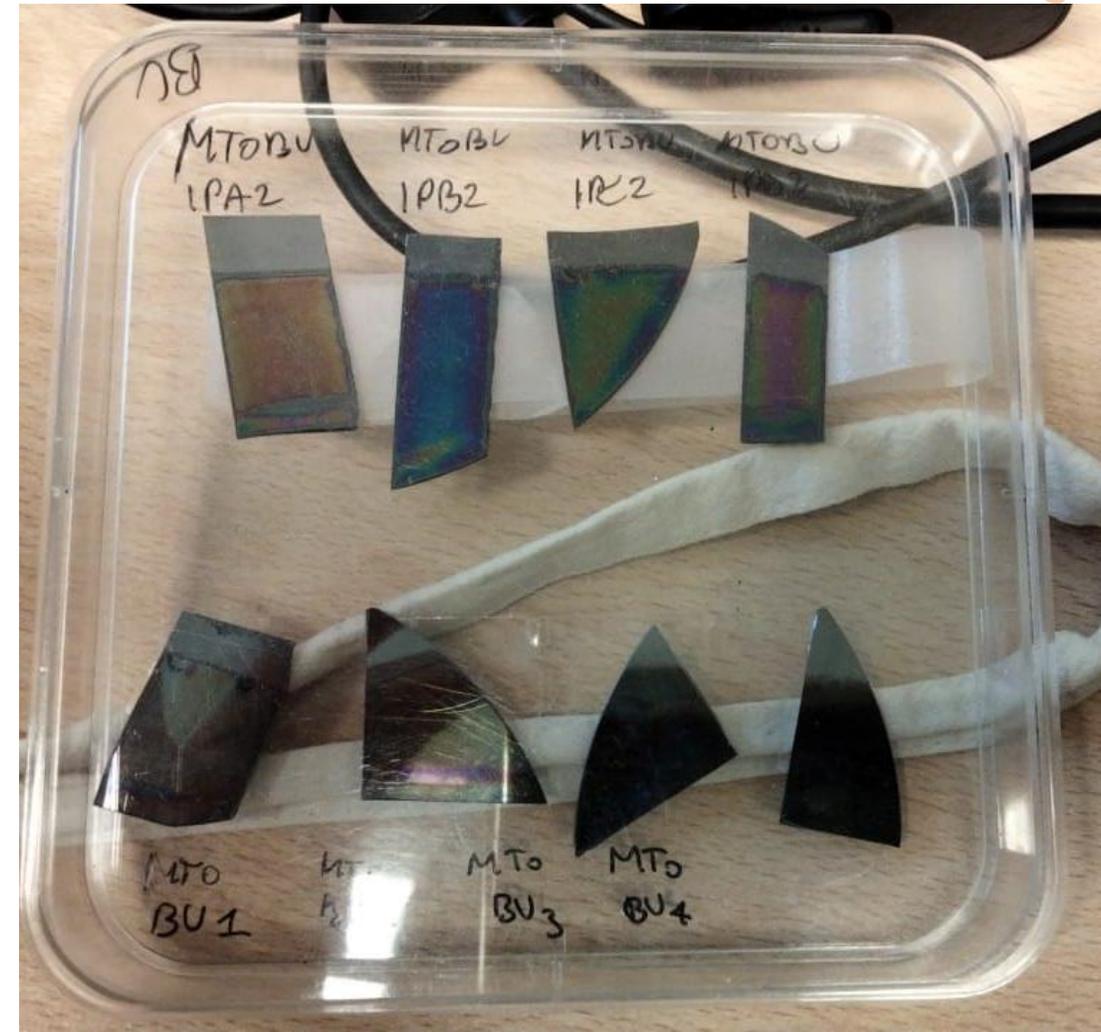
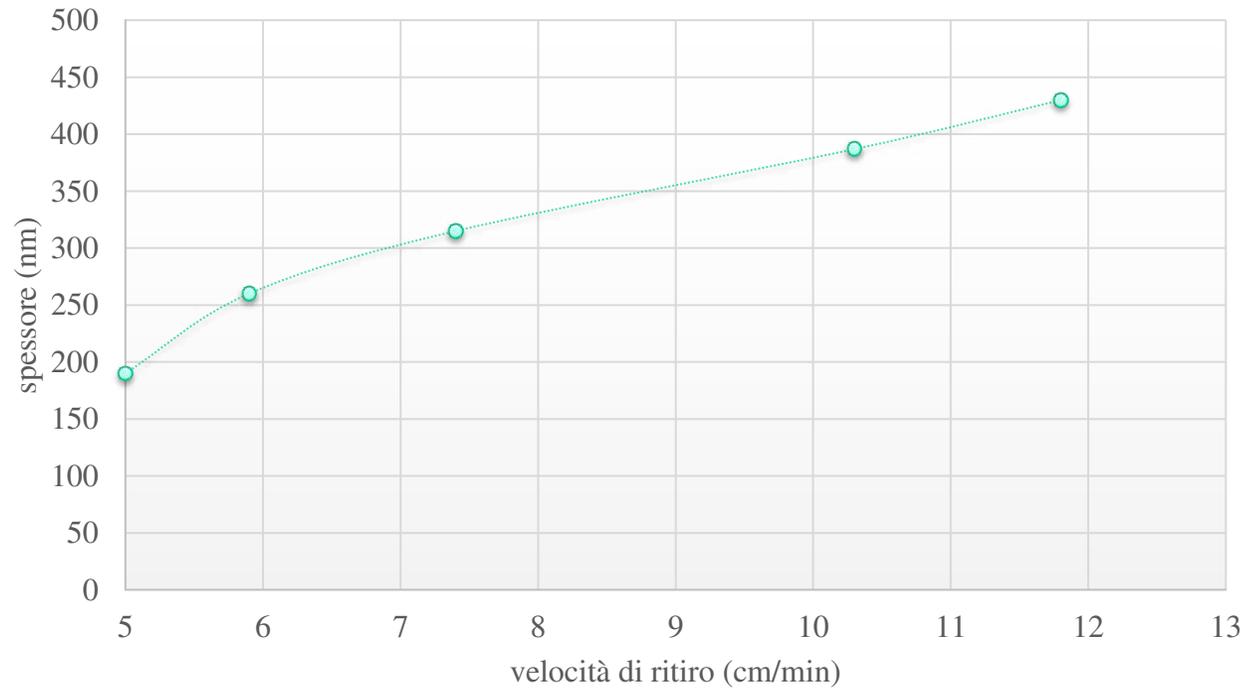
FASI DELLA TECNICA SOL-GEL CON PRECURSORI TEOS, TES, TOS		
STEP 1	AGGIUNTA DI ETANOLO, TEOS E TES	
STEP 2	AGGIUNTA DI TEOS E TES	
STEP 3	30 MIN DI AGITAZIONE CONTINUA	
STEP 4	AGGIUNTA DI TOS	
STEP 5	AGGIUNTA DI ACIDO ACETICO	
STEP 6	30 MIN DI AGITAZIONE CONTINUA	
STEP 7	AGGIUNTA DI ACIDO NITRICO	
STEP 8	24 ORE DI AGITAZIONE CONTINUA	
Reagente	Densità [g/cm^3]	Volume [ml]
Etanolo	0.790	11.39
TEOS	0.933	1.55
TES	0.895	2.40
TOS	0.880	0.315
Acido Acetico	1.050	0.285
Reagente	Concentrazione (mol/L)	Volume (ml)
Acido Nitrico	0.1	1.30

- LA DEPOSIZIONE DEL COATING AVVIENE
TRAMITE DIP COATING CON VALORI
DI UMIDITA' COMPRESI TRA 20-25%



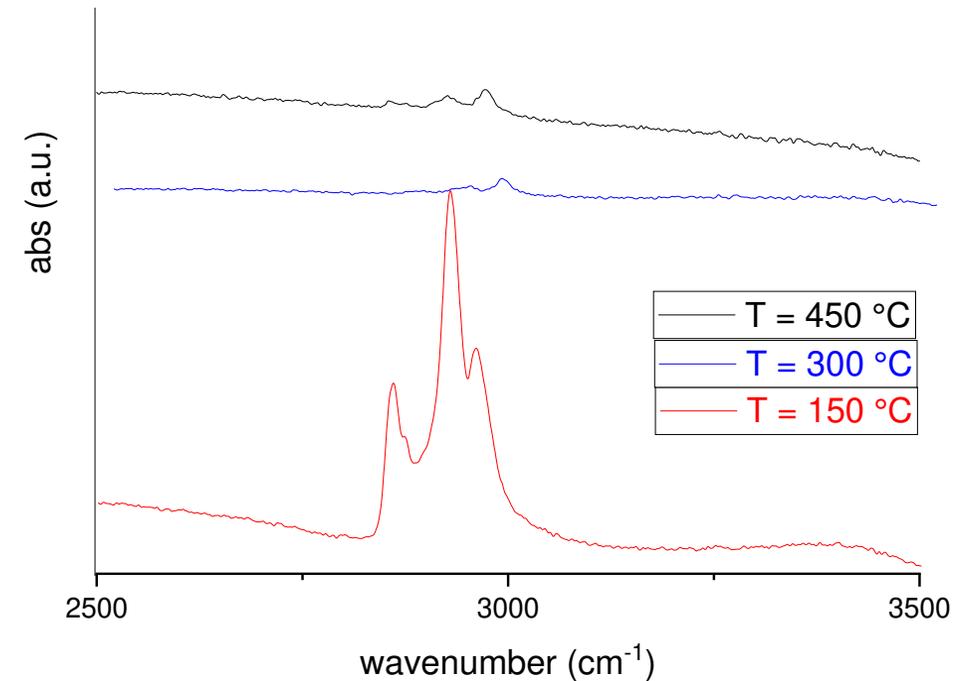
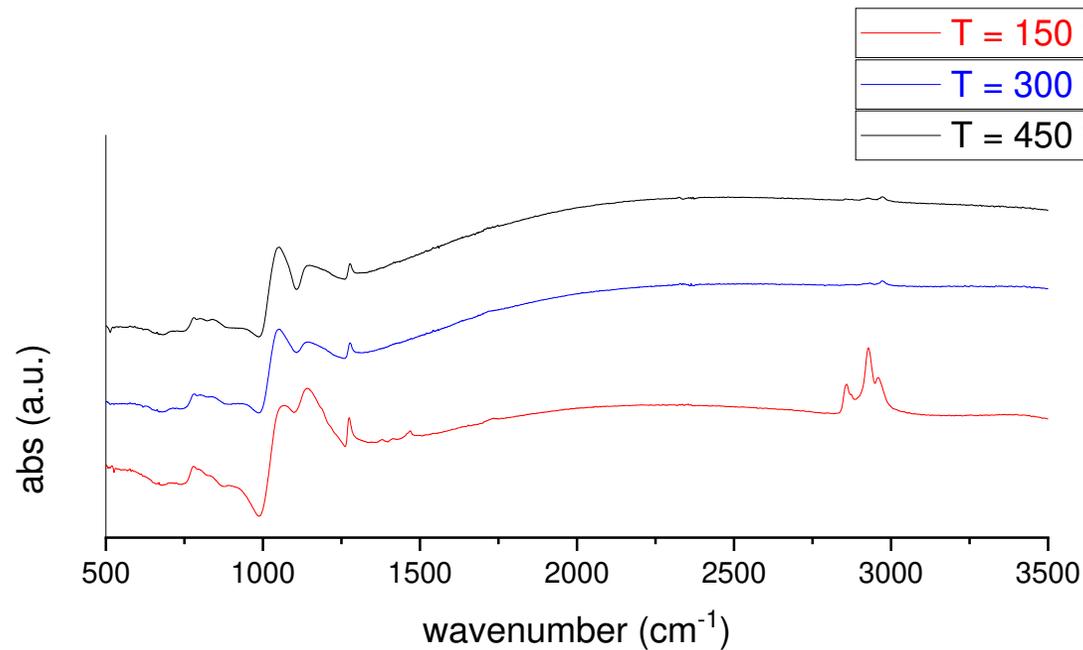
SPESSORE OTTIMIZZATO REGOLANDO LA VELOCITA' DI RITIRO DURANTE LA FASE DI ESTRAZIONE NEL DIP COATING

Velocità (cm/min)	5	5,9	7,4	10,3	11,8
Spessore (nm)	190	260	315	387	430



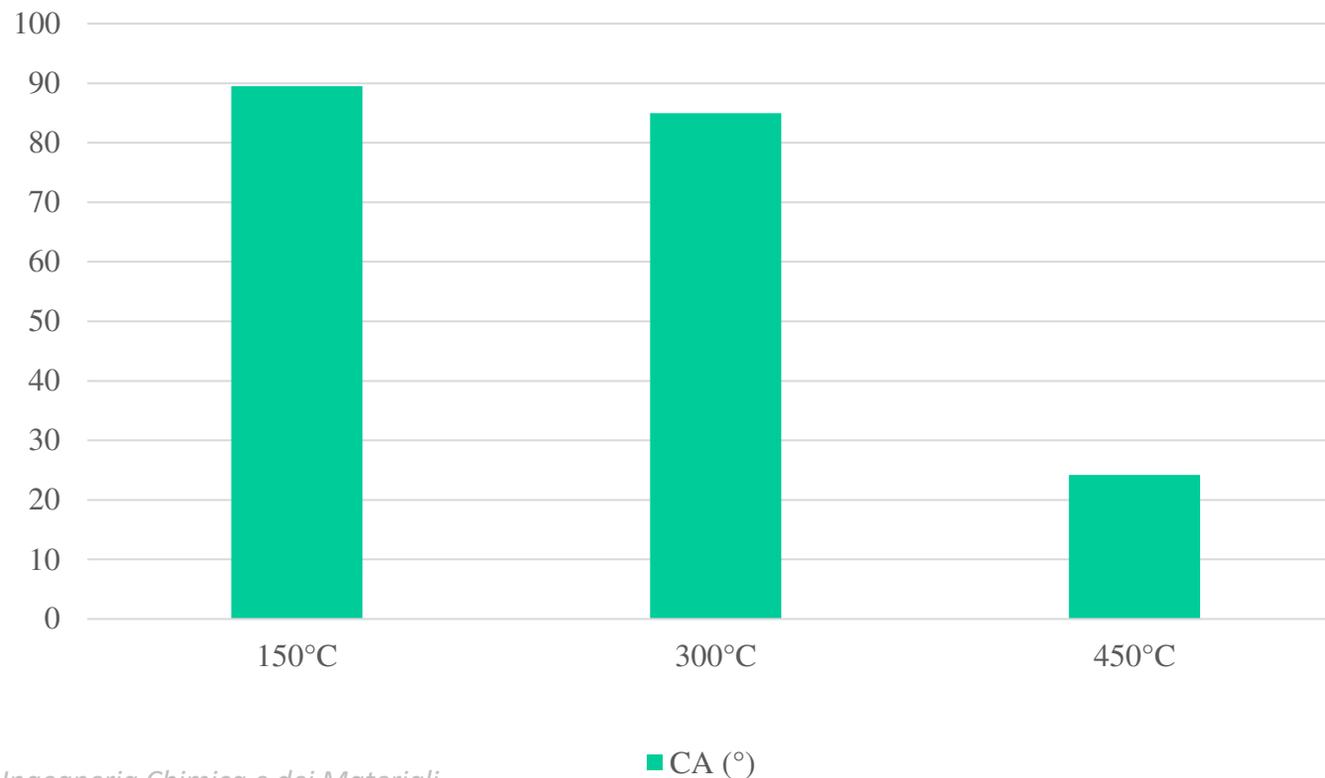
TRATTAMENTI A 150°C, 300°C, 450°C

-AUMENTANDO LA TEMPERATURA I GRUPPI ORGANICI
SI DEGRADANO, DIMINUIZIONE DEL SEGNALE PER LEGAMI C-H, C-Si



-CON LA DENATURAZIONE DEI GRUPPI ORGANICI, SI HA LA
PERDITA' DELLE CARATTERISTICHE IDROFOBICHE

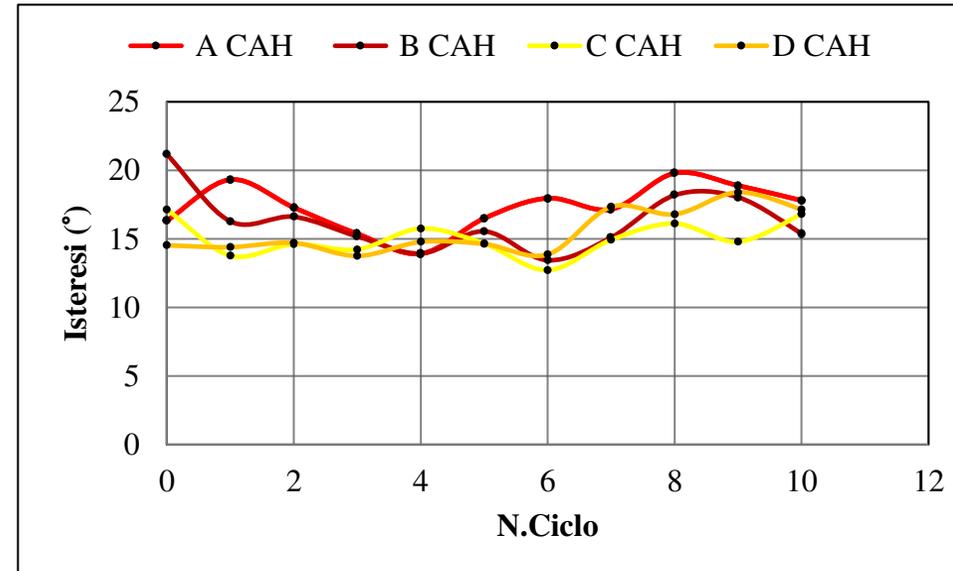
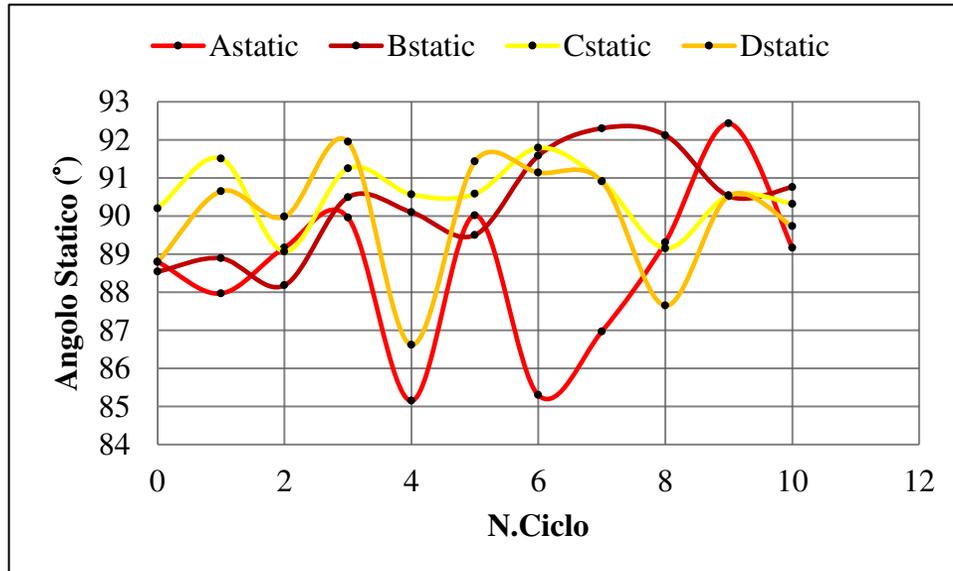
T (°C)	CA(°)	DEV.ST(°)	ACA(°)	DEV.ST(°)	CAH(°)	DEV.ST(°)
150	89.5	5.3	94.5	1.1	15.1	2.1
300	85	2.3	88.2	1.6	10.8	3.8
450	24.2	4.0	28.6	5.1	3.6	3.6



CONDIZIONI SPERIMENTALI:

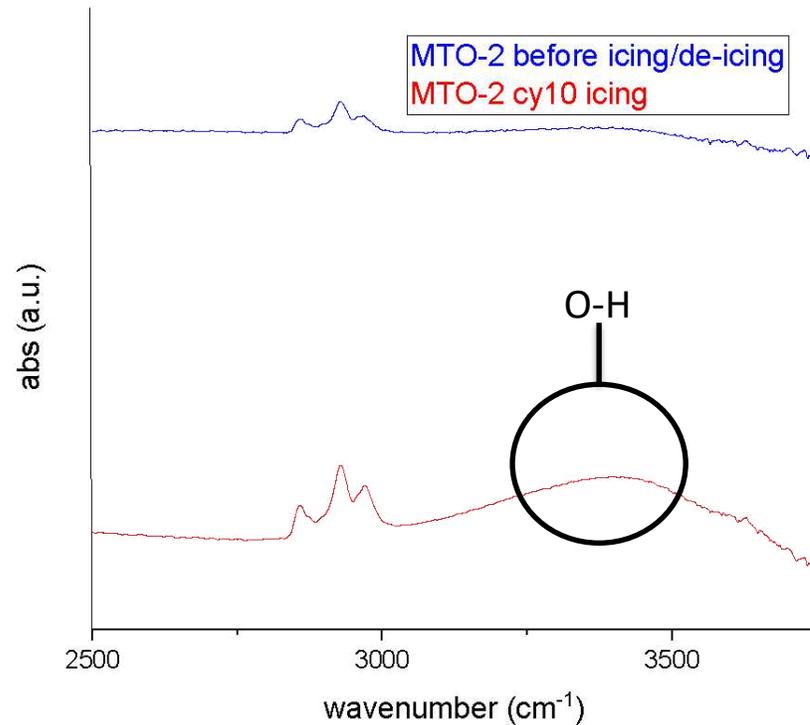
- FASE DI ICING AVVENIVA ALL'INTERNO DI UN FRIGO, ALLA TEMPERATURA DI 10°C SOTTO LO ZERO, PER UNA DURATA DI 2 ORE
- NEI CAMPIONI A,D VENIVA POSTA UNA GOCCIA D'ACQUA POCO PRIMA DI INIZIARE IL CICLO DI ICING
- LA FASE DI DEICING AVVENIVA A TEMPERATURA AMBIENTE
- LA FASE DI PULIZIA, A-B VENIVA TRATTATI CON AZOTO GASSOSO, C-D VENIVANO TRATTATI CON ETANOLO E AZOTO GASSOSO
- SONO STATI ESEGUITI 10 CICLI COMPLETI
- I CAMPIONI DIFFERISCONO NELLA FASE DI PULIZIA E NELLA FASE DI ICING

	PULIZIA CON AZOTO GASSOSO	PULIZIA CON ETANOLO E AZOTO GASSOSO
GOCCIA DEPOSITATA	A	D
NESSUNA GOCCIA DEPOSITATA	B	C



IL COATING MOSTRA VALORI DI ISTERESI INFERIORI A 20 PER CIASCUN CICLO E SU OGNI CAMPIONE.

- SI E' OSSERVATO LA PRESENZA DI UNA NUOVA BANDA NEL PROFILO IR,
DOPO I CICLI DI ICING E DEICING
- ALLA LUNGHEZZA D'ONDA DI 3400 cm^{-1} IDENTIFICA I GRUPPI OH
- DURANTE I CICLI IL COATING HA ASSORBITO ACQUA



DA QUESTO LAVORO DI RICERCA CONCLUDIAMO CHE:

-LO SPESSORE DEL FILM E' DIPENDENTE DALLA VELOCITA' DI RITIRO. ANCHE A VELOCITA' ELEVATE SI OTTIENE UN FILM OMOGENEO.

-LA BAGNABILITA' CAMBIA IN ACCORDO ALLA TEMPERATURA DI ANNEALING. SOPRA LE TEMPERATURE DI DEGRADAZIONE DEI GRUPPI ORGANICI SI PERDE L'IDROFOBICITA' DEL COATING

-IL PROTOCOLLO SVILUPPATO E' EFFICACE, IL COATING HA UNA BUONA DURABILITA' IN CICLI DI GHIACCIAMENTO E SGHIACCIAMENTO. LA BAGNABILITA' RIMANE COSTANTE CON VALORI D'ISTERESI MINORI DI 20°

-AGGIUNGERE UNO STEP DI RISCALDAMENTO A TEMPERATURA MODERATA PER FAR EVAPORARE L'ACQUA ASSORBITA, AD OGNI CICLO O AD UNA SERIE DI CICLI

-COMPLETARE I TEST NELLA FASE DI ICING CON MISURE DELL'ANGOLO DI CONTATTO, MISURE DI SLIDING ANGLE, MISURE DI ICE DELAY