

FONDO SOCIALE EUROPEO IN SINERGIA CON IL FONDO EUROPEO DI SVILUPPO
REGIONALE
POR 2014-2020 – OBIETTIVO "INVESTIMENTI A FAVORE DELLA CRESCITA E
DELL'OCCUPAZIONE"
STRATEGIE REGIONALI PER IL SISTEMA UNIVERSITARIO
"INNOVAZIONE E RICERCA PER UN VENETO PIÙ COMPETITIVO
ASSEGNI DI RICERCA - ANNO 2019"
DGR NR. 1463 DEL 08/10/2019



UNIONE EUROPEA
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



POR FSE 2014-2020
REGIONE DEL VENETO



Organismo
di Formazione
accreditato
dalla Regione
del Veneto



UNIVERSITÀ
di **VERONA**



SMART FABRICS: TESSUTI INTEGRATI CON NANOCOMPOSITI PIEZOLETTRICI FLESSIBILI
PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA ENERGIA MECCANICA: SINTESI E
CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DI NANOMATERIALI PIEZOELETTRICI E
INCORPORAZIONE IN POLIMERI

COD. ENTE 1695 UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI VERONA
ASSE OCCUPABILITA' - DGR NR. 1463 DEL 08/10/2019

Codice Progetto	1695-0019-1463-2019
Referente progetto	Adolfo Speghini
Assegnista	Nicola Da Roit
Dipartimento	Biotechnologie

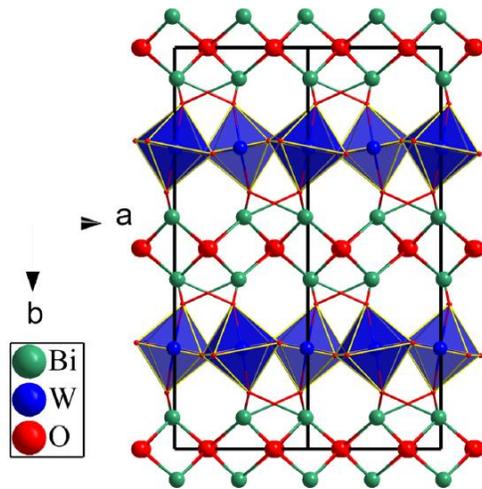


Scelta del materiale in base alle proprietà fisiche, all' impatto ecologico e all'innovazione: Bi_2WO_6 e $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$



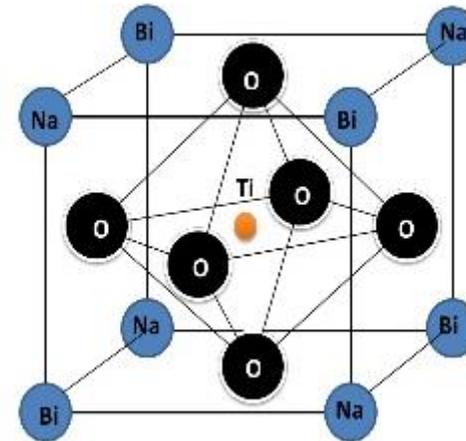
Proprietà Bi_2WO_6

- Gruppo spaziale $P2_1ab$
- $T_c = 960^\circ\text{C}$
- Costante piezoelettrica $d_{33}^* = 15\text{pC/N}$



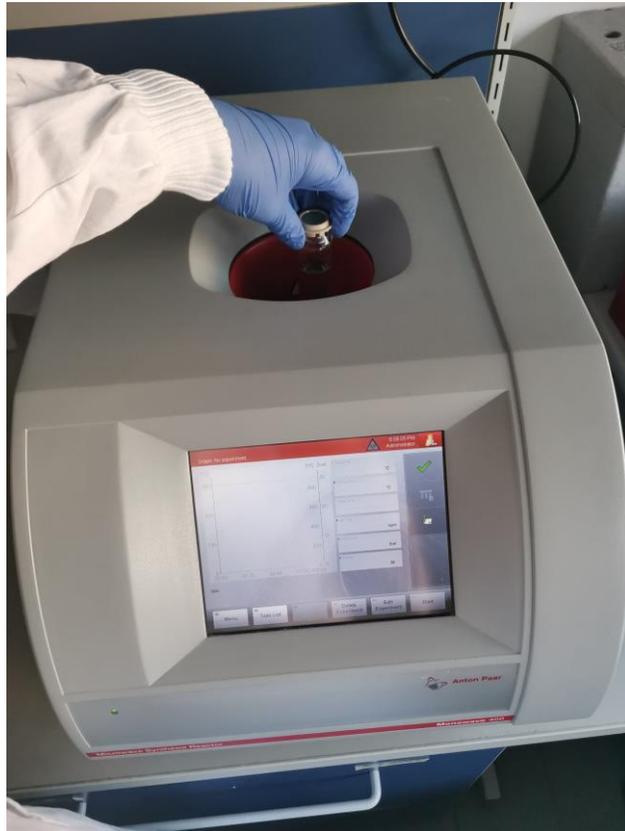
Proprietà $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$

- Gruppo spaziale $R3ch$
- $T_c = 320^\circ\text{C}$
- Costante piezoelettrica $d_{33}^* = 15\text{pC/N}$



Strumenti impiegati per le sintesi idrotermali di Bi_2WO_6 e $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$

Reattore microonde



Bombe idrotermali con volume massimo utilizzabile di 30mL e 12mL



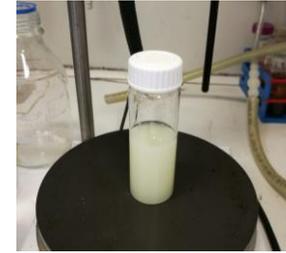
Vial G30 (massimo volume utilizzabile 20mL)



Sintesi di Bi_2WO_6 con impiego di bomba idrotermale e reattore microonde

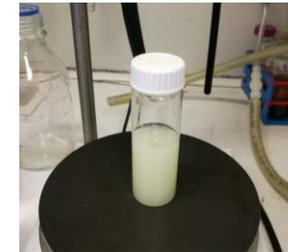


- 2.5 mmol di $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ sciolte in 5 mL di acqua MilliQ
 - Aggiunta goccia a goccia una soluzione contenente 5 mmol di Na_2WO_4 alla soluzione di $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
 - 10' in agitazione + 10' in sonicazione
 - Controllo pH=1
- Condizioni per sintesi in bomba idrotermale: T= 160 - 190°C e t= 3 - 72h
- Condizioni per sintesi in reattore a microonde: T= 160 - 220°C e t= 20' - 1h

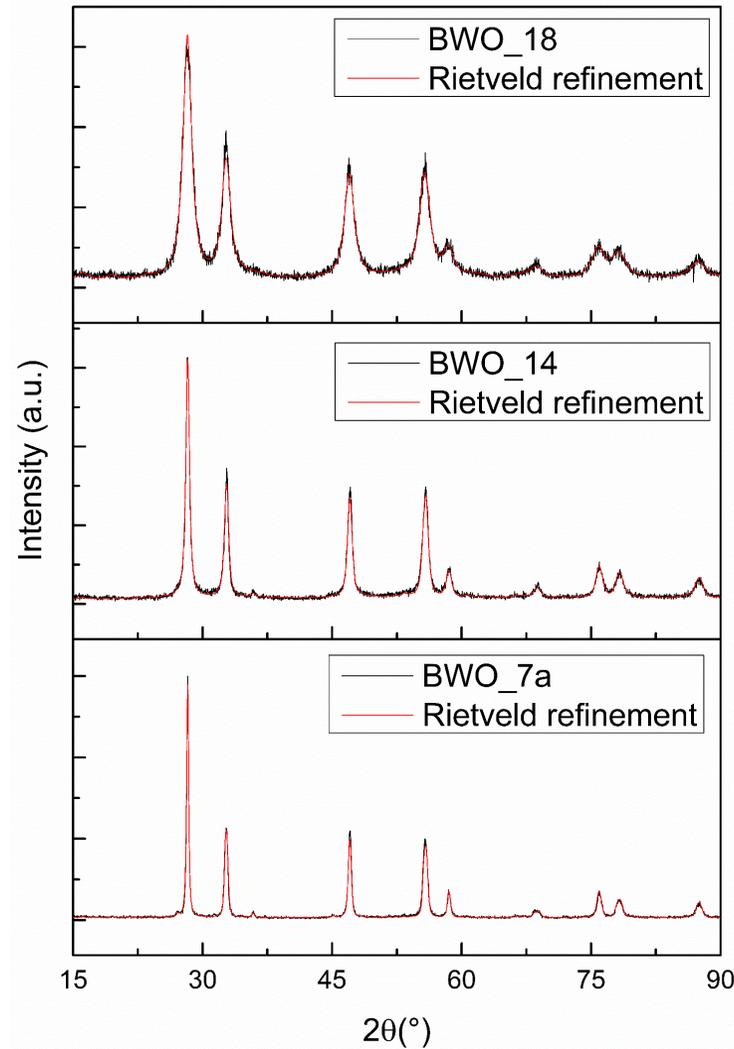


Sintesi di $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ con impiego di bomba idrotermale

- 4 mmol di $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ sciolte in 20 mL di acqua deionizzata
 - Agitazione per 15'
 - Aggiunte 8 mmol di $\text{Ti}(\text{C}_4\text{H}_9)_4$ alla soluzione di $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
 - 30' in agitazione
 - Aggiunto NaOH in pellet fino al raggiungimento di una soluzione 12M
- Sintesi idrotermale in bomba idrotermale: $T=160 - 190^\circ\text{C}$
e $t= 3 - 72\text{h}$



Caratterizzazione diffrattogrammi XRD di Bi_2WO_6



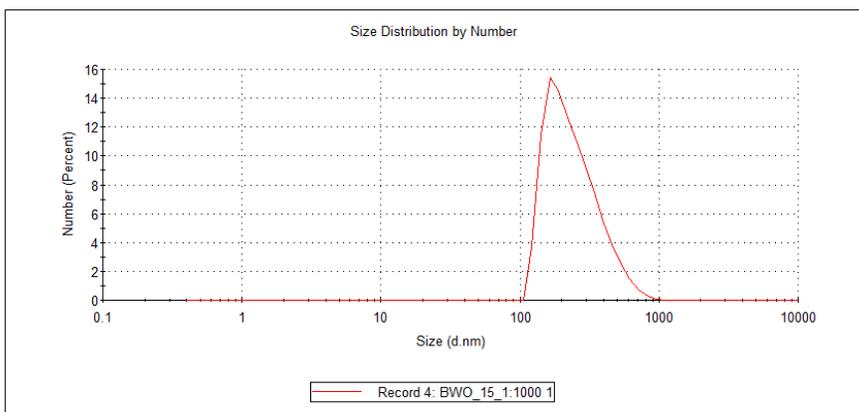
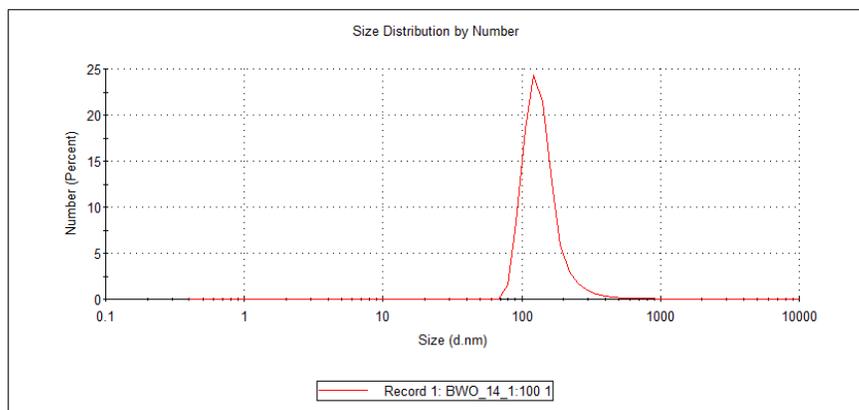
T= 190°C per 1h
Solvente: etilen glicole
Crystallite size: 9.6nm

T= 190°C per 1h
Solvente: acqua deionizzata
Crystallite size: 25.1nm

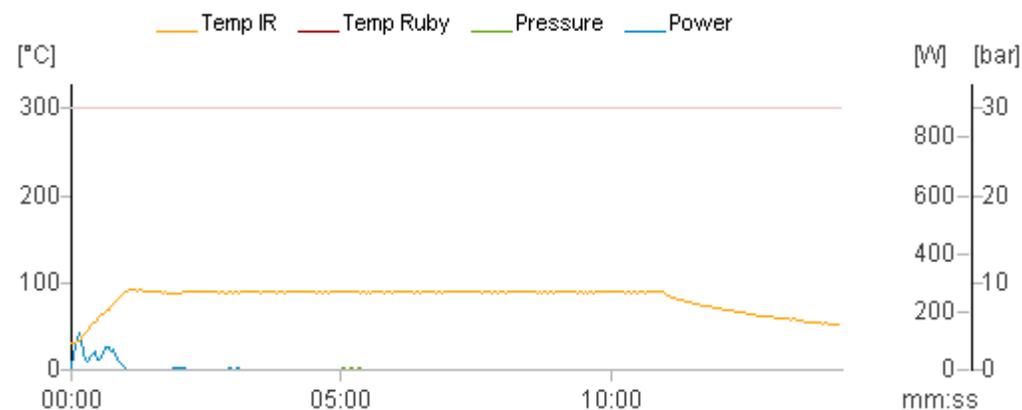
T= 180°C per 1h
Solvente: acqua deionizzata
Crystallite size: 57.7nm

Caratterizzazione nanoparticelle di Bi_2WO_6 in soluzione con il DLS

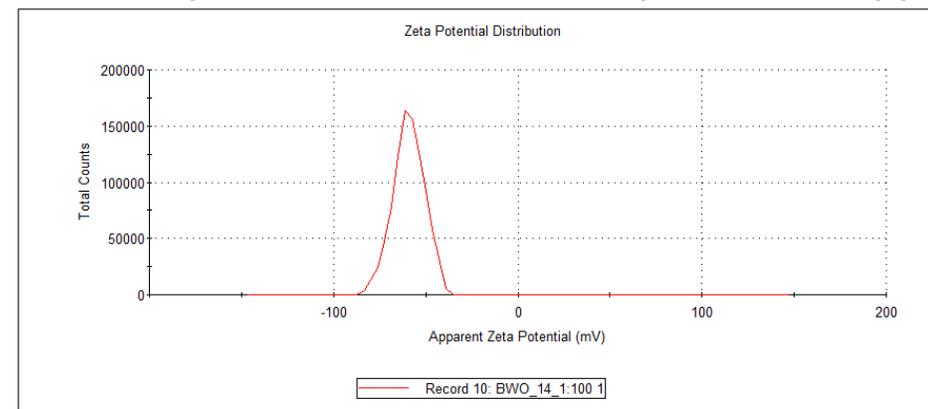
Distribuzione dimensioni delle nanoparticelle cappate citrato



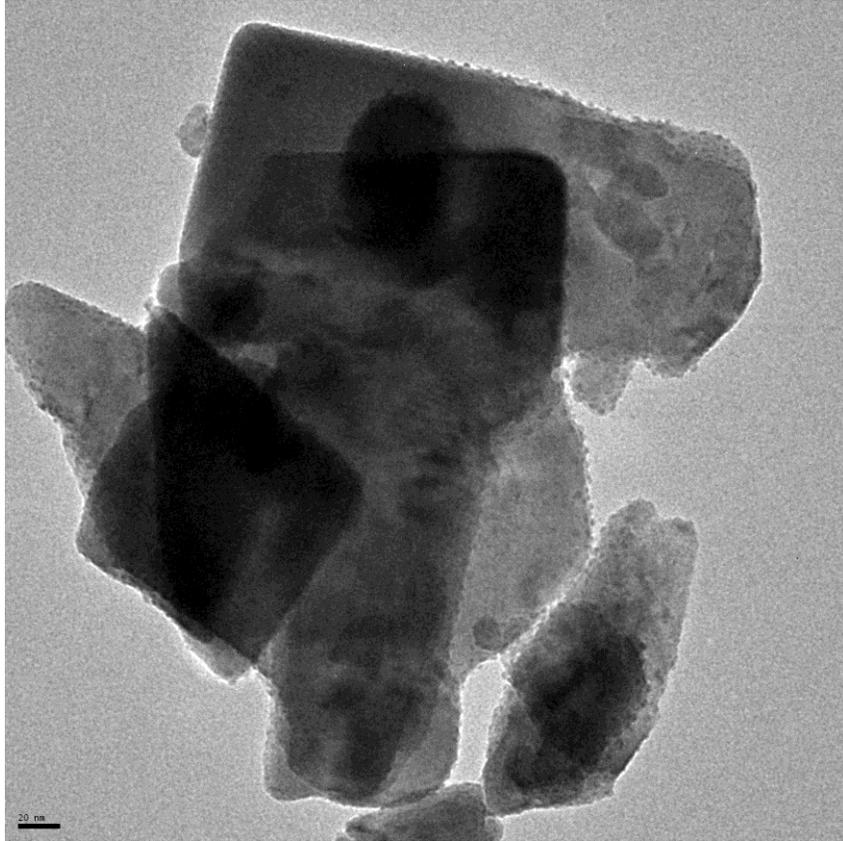
Trattamento termico per il ricoprimento con citrato



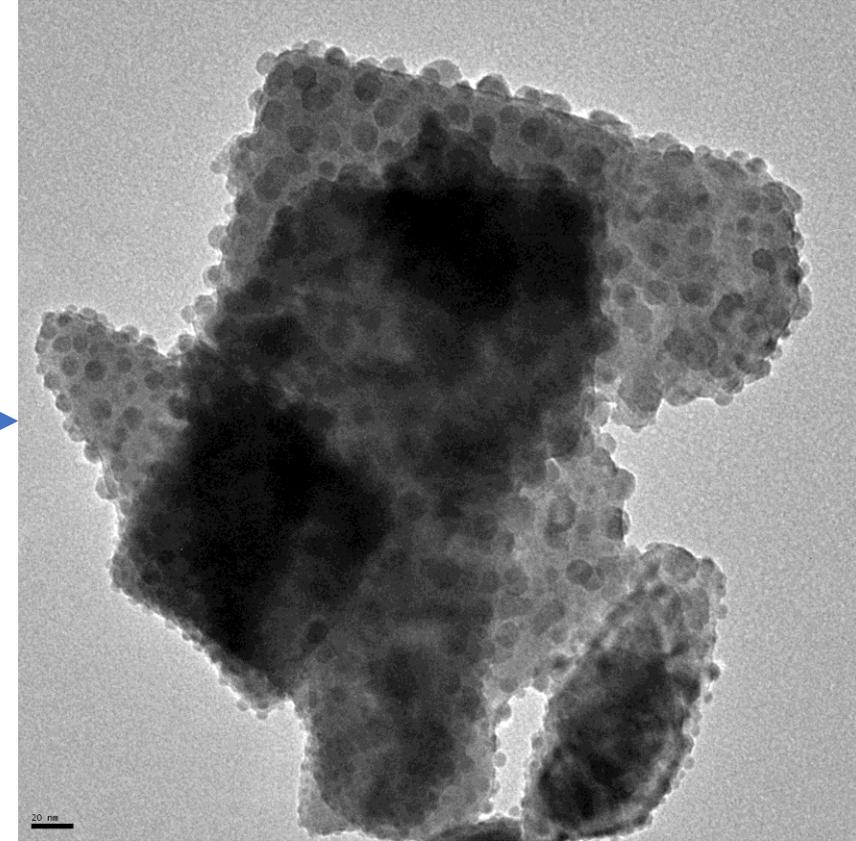
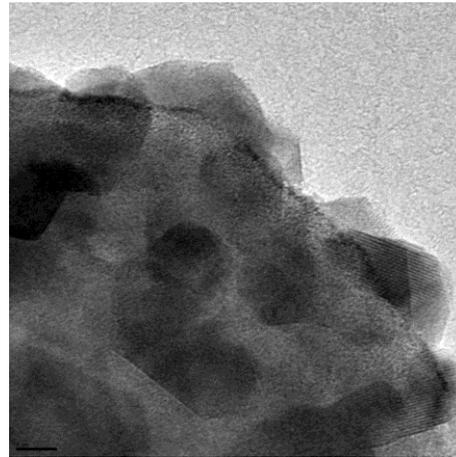
Distribuzione potenziale Z delle nanoparticelle cappate citrato



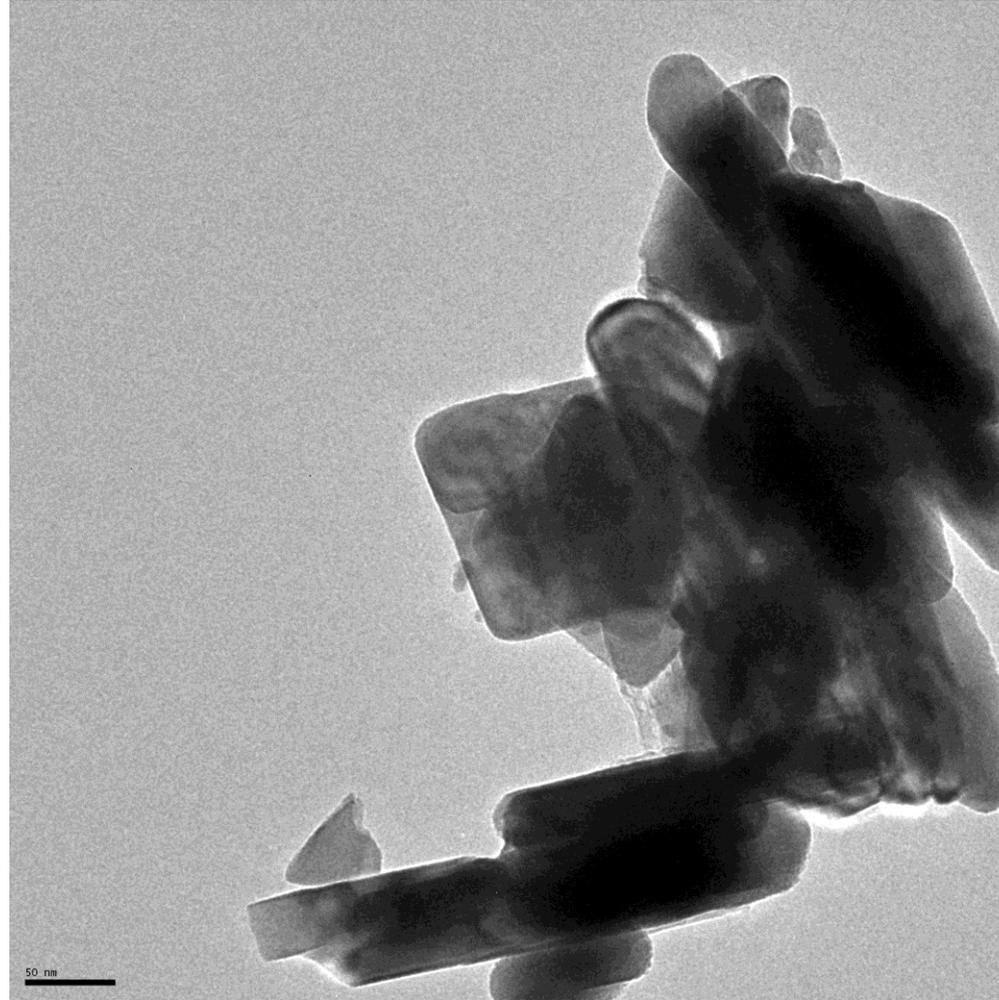
Caratterizzazione nanoparticelle di Bi_2WO_6 con microscopia TEM



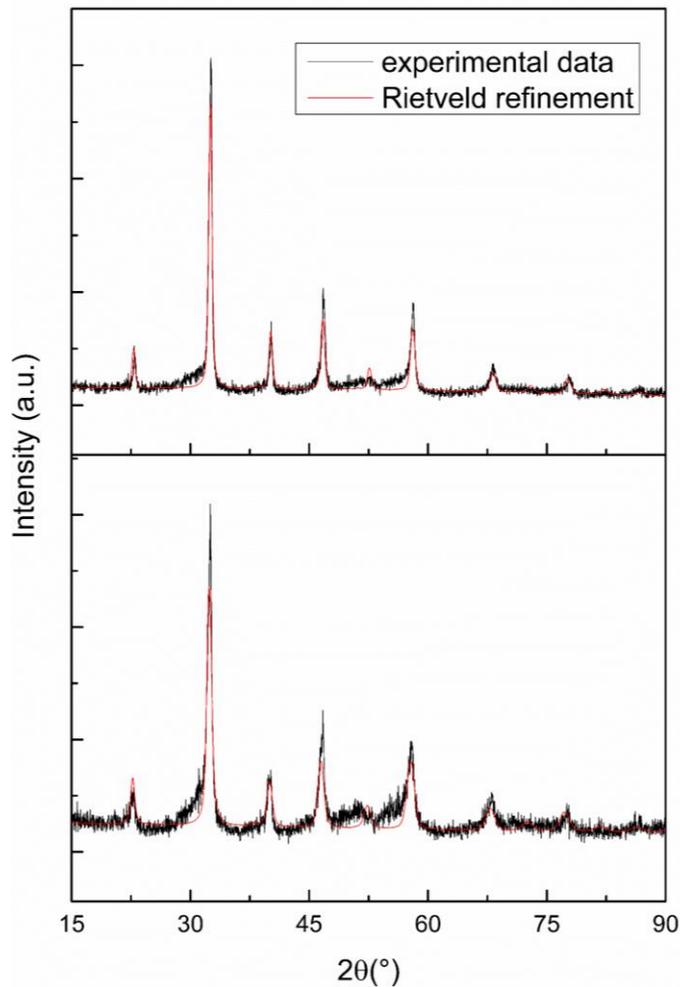
Formazione di bismuto metallico con l'analisi ad alta risoluzione TEM



Caratterizzazione nanoparticelle di Bi_2WO_6 con microscopia TEM



Caratterizzazione diffrattogrammi XRD di $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$



BNT_9:

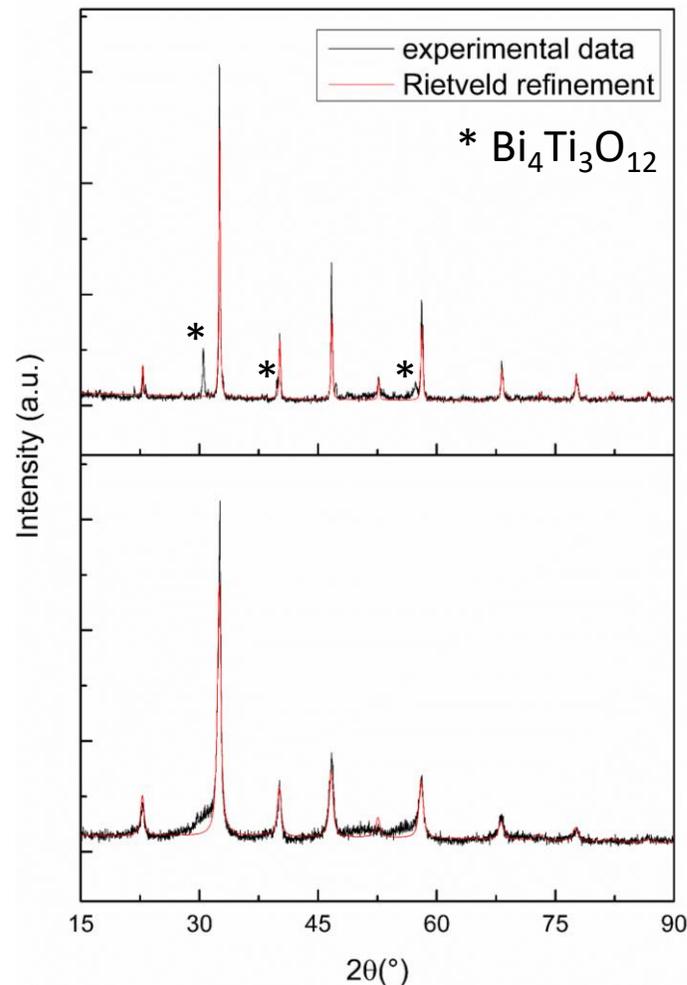
16M, t=20h, T=180°C

Crystallite size: 35.0nm

BNT_7:

12M, t=20h, T=180°C

Crystallite size: 23.2nm



BNT_calcinato:

t=5h, T=500°C

Crystallite size: 100.3nm

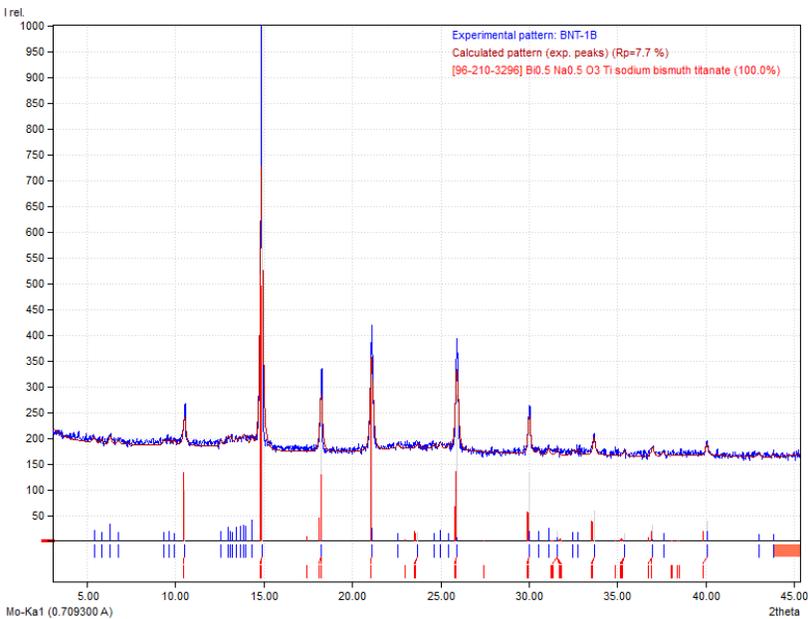
BNT_8:

12M, t=60h, T=180°C

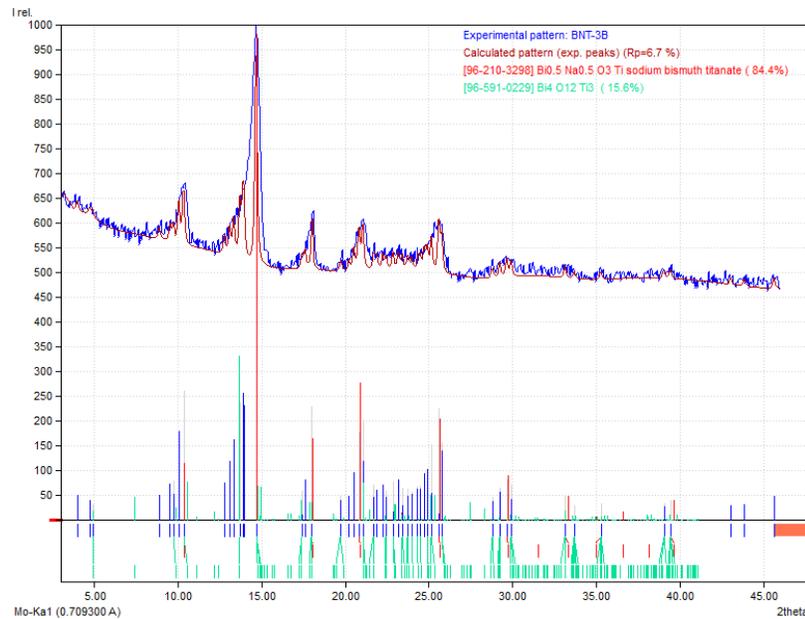
Crystallite size: 27.1nm

Caratterizzazione diffrattogrammi XRD di $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$

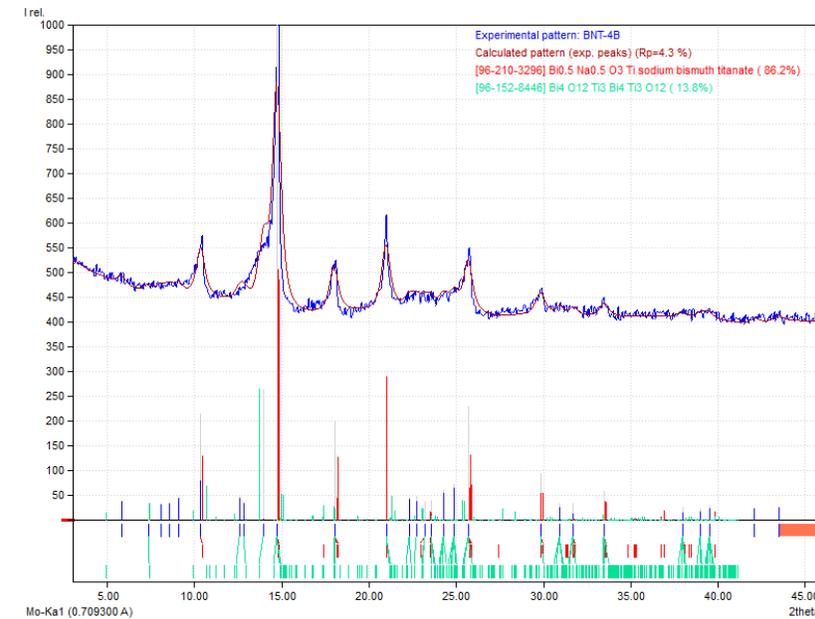
Sintesi con concentrazione diluita 1:2
dei precursori con $T=160^\circ\text{C}$ e $t=8\text{h}$



Sintesi con concentrazione diluita 1:2
dei precursori con $T=140^\circ\text{C}$ e $t=72\text{h}$

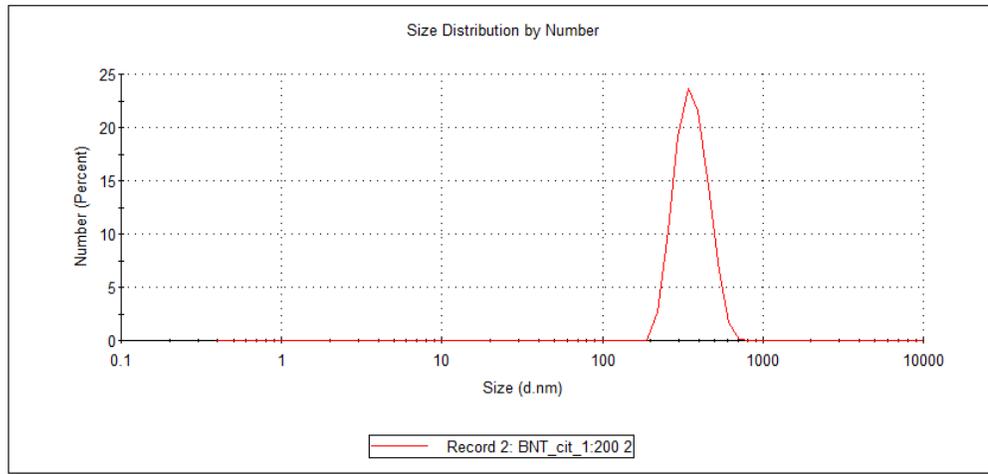


Sintesi con concentrazione diluita 1:2
Precursore TiO_2 a $T=160^\circ\text{C}$ e $t=8\text{h}$

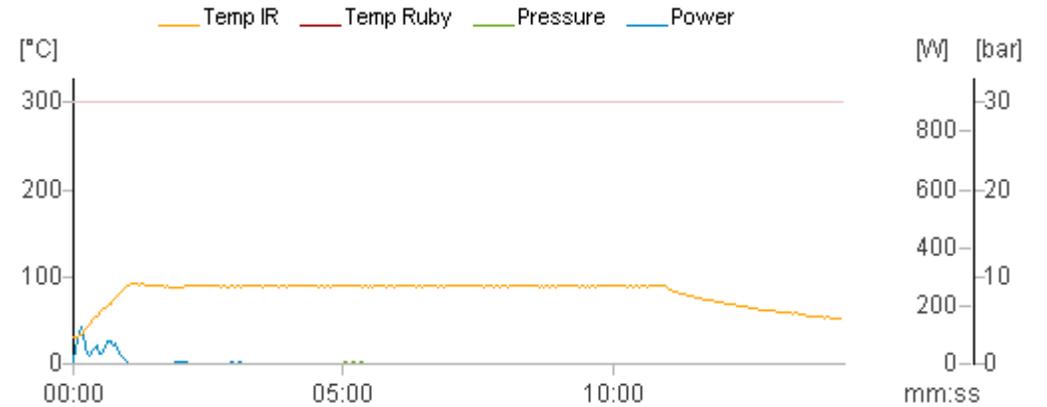


Caratterizzazione nanoparticelle di Bi_2WO_6 in soluzione con il DLS

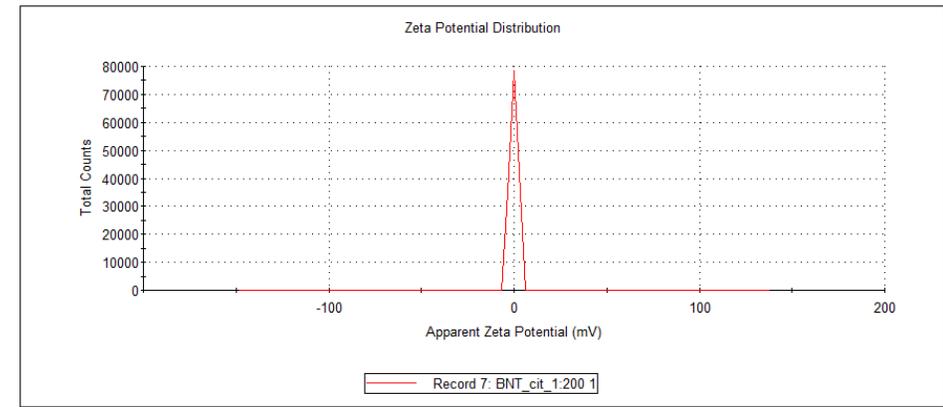
Distribuzione dimensioni delle nanoparticelle cappate citrato



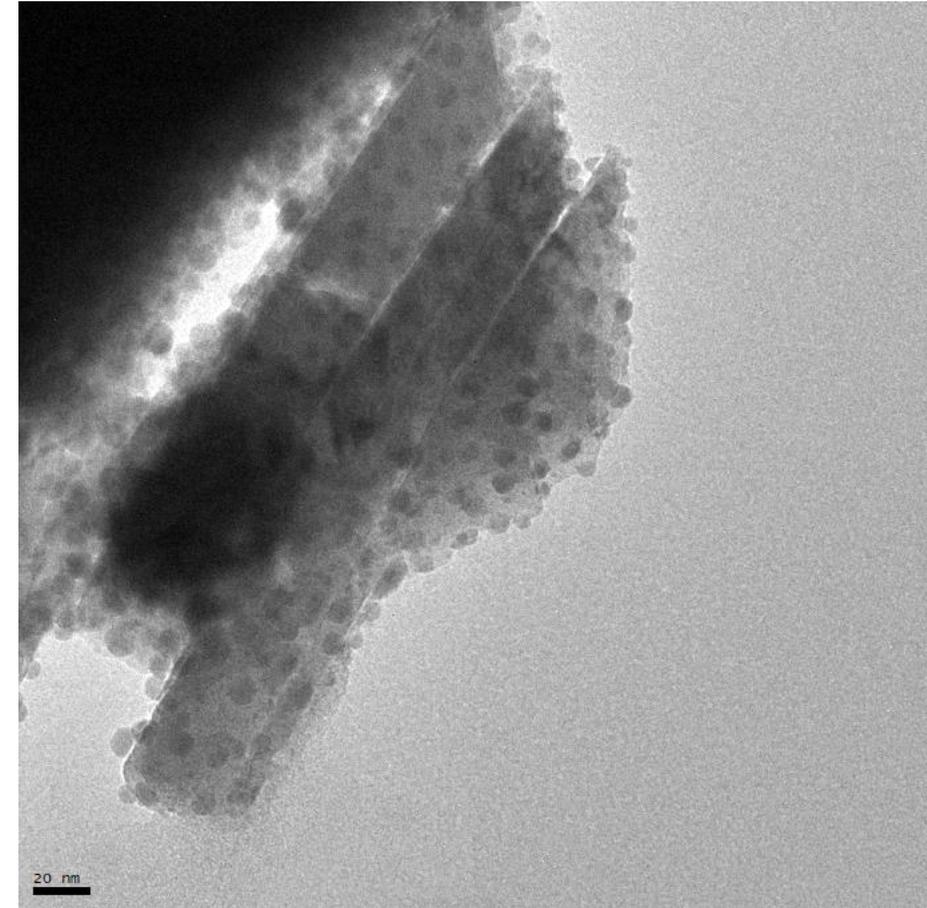
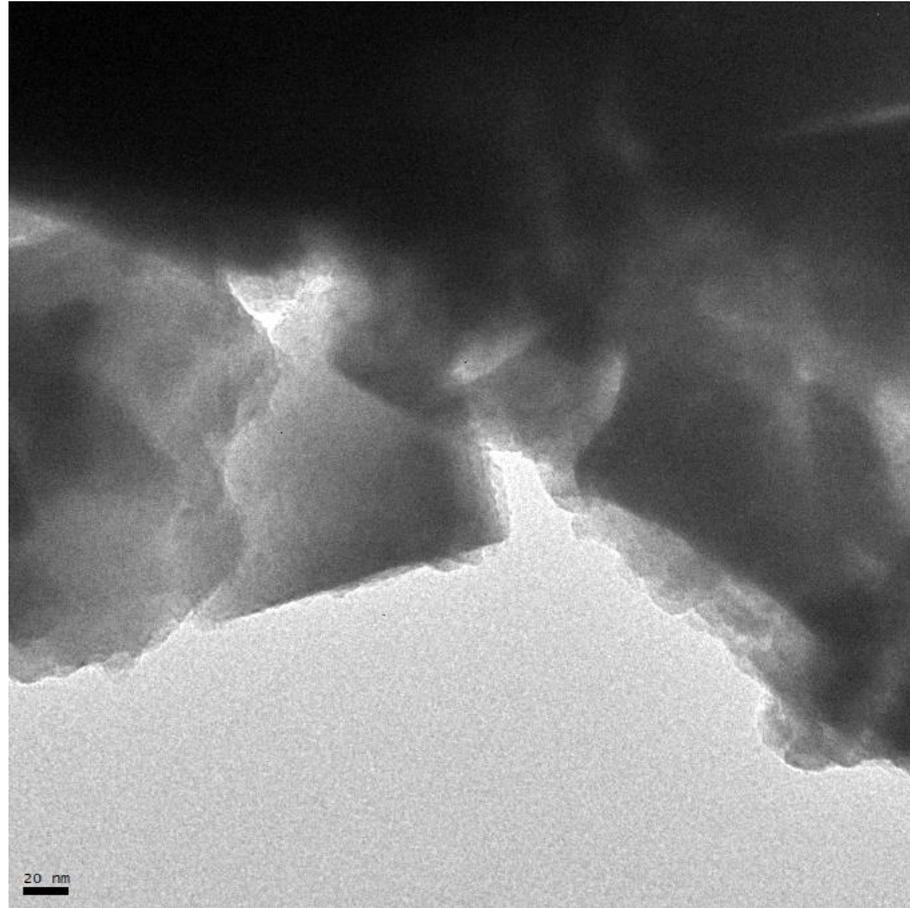
Trattamento termico per il ricoprimento con citrato



Distribuzione potenziale Z delle nanoparticelle cappate citrato



Caratterizzazione nanoparticelle di $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ con microscopia TEM



PVDF (polivinil diene difluoruro): proprietà e miglioramento della fase β

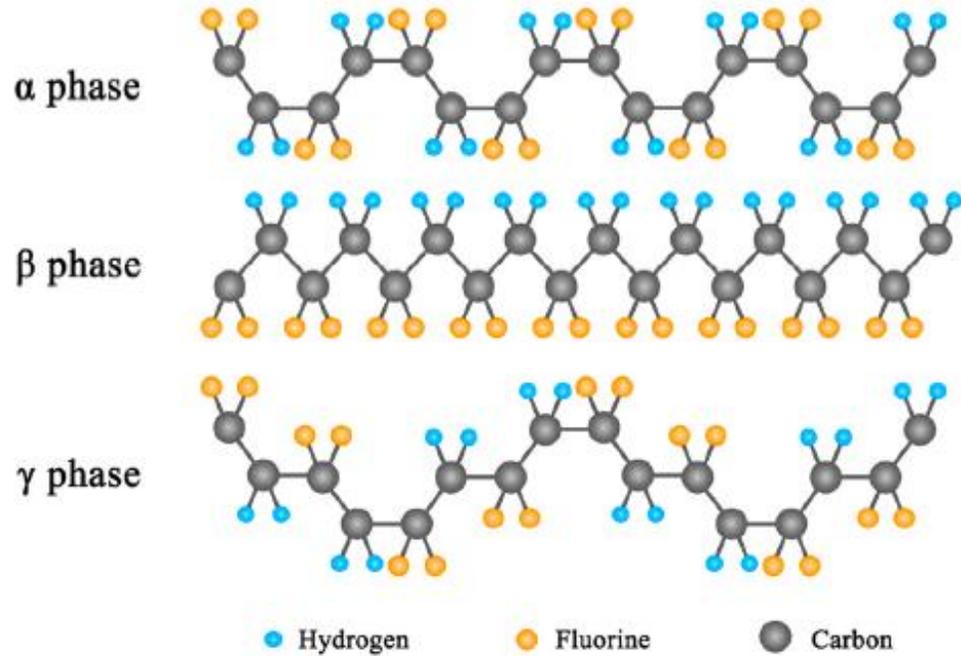


Fig. 1. Semi-crystalline α , β , and γ conformations of PVDF.

- Self-polarization del polimero
- Miglioramento della % di fase β variando i seguenti parametri:
 1. Accelerazione e velocità dello spinning
 2. Abbassamento della T di quenching del film depositato
 3. Inserimento di nanoparticelle nella matrice

Proprietà piezoelettriche:

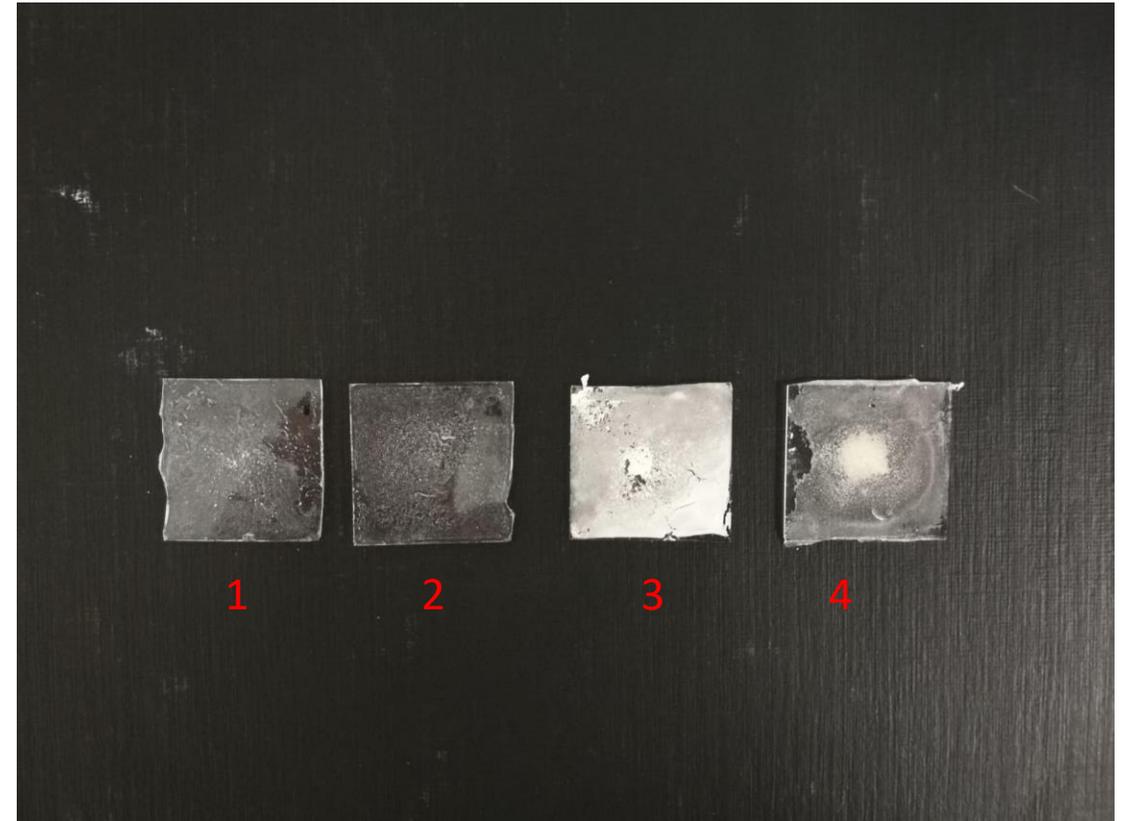
- Costante piezoelettrica $d_{33}^* = -40$ pC/N

Prove di spin coating con PVDF e composito polimero-nanoparticelle

Spin coater (università di Venezia)

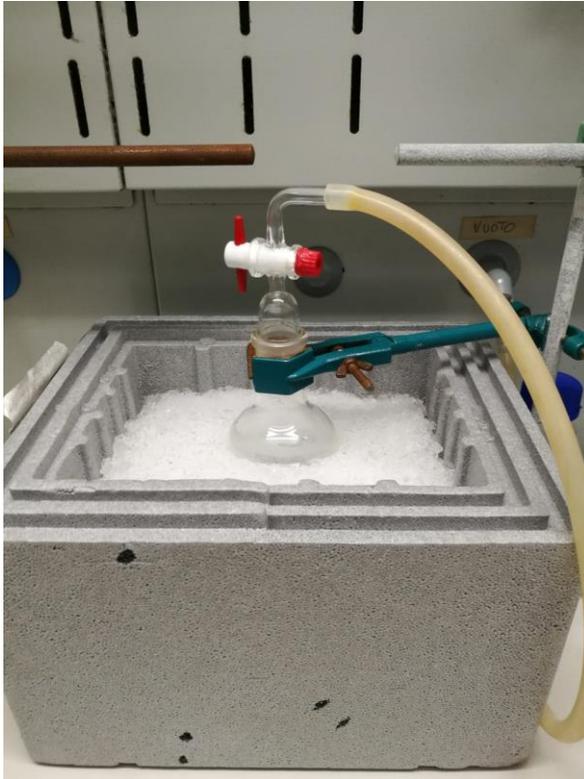


PVDF concentrato al 5% con varie prove di essicamento



Prove di drop casting con PVDF e composito polimero-nanoparticelle

Quenching del composito
a $T=0^{\circ}\text{C}$ e in vuoto



Quenching del composito a
temperatura ambiente in
piastra petri



Quenching del composito a
temperatura ambiente in
vetrino 2.5cm x 2.5cm

Prove di elasticità composito polimero-nanoparticelle

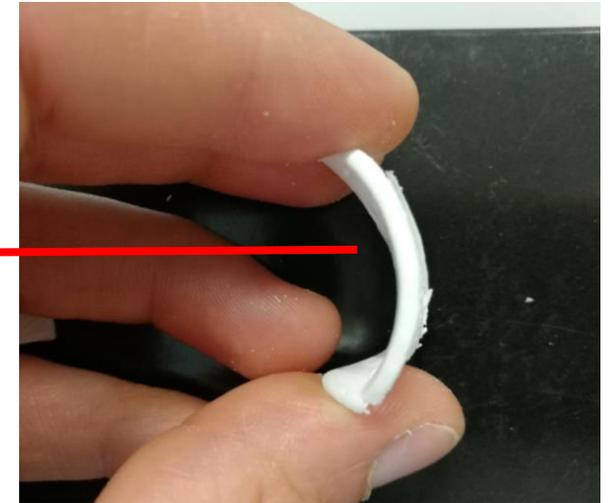
Composito non completamente asciutto



Post prove di piegamento del polimero



Composito completamente asciutto





GRAZIE PER L'ATTENZIONE



UNIVERSITÀ
di **VERONA**