

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

## Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale  
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN  
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO  
TESI DI LAUREA

*Impiego di zeoliti sintetiche nella rimozione di sulfamidici da acque reflue*

RELATORE

Ch.mo Prof. Bruno De Gennaro

CANDIDATA

Laura Spinosa Matr. N49/376

ANNO ACCADEMICO 2014/2015

# ZEOLITI

Chimicamente le zeoliti sono dei silico – alluminati idrati di metalli alcalini e/o alcalino-terrosi caratterizzati dalla seguente formula chimica:



Me: catione metallico di valenza m

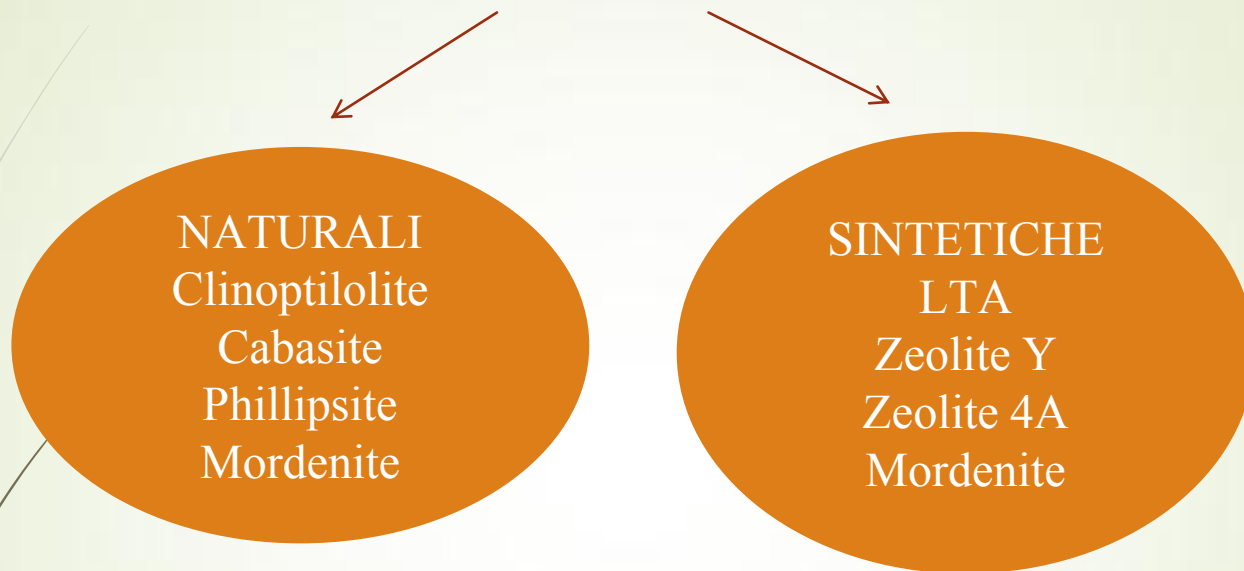
n, z: numeri variabili non interi

Definizione della IMA: "Un minerale zeolitico è una sostanza cristallina la cui struttura è caratterizzata da un'impalcatura di tetraedri interconnessi, costituiti da quattro atomi di ossigeno che circondano un catione. L'impalcatura comprende cavità e canali, usualmente occupati da molecole d'acqua e da cationi extraretecolari, che sono normalmente scambiabili. I canali sono sufficientemente larghi da consentire il passaggio di specie ospiti. Nelle fasi idrate la disidratazione si registra a temperature di solito inferiori a 400°C ed è in larga parte reversibile. Il reticolo può essere interrotto da gruppi (OH, F) che occupano apici dei tetraedri non condivisi con tetraedri adiacenti".

## PROPRIETA' ED APPLICAZIONI DELLE ZEOLITI

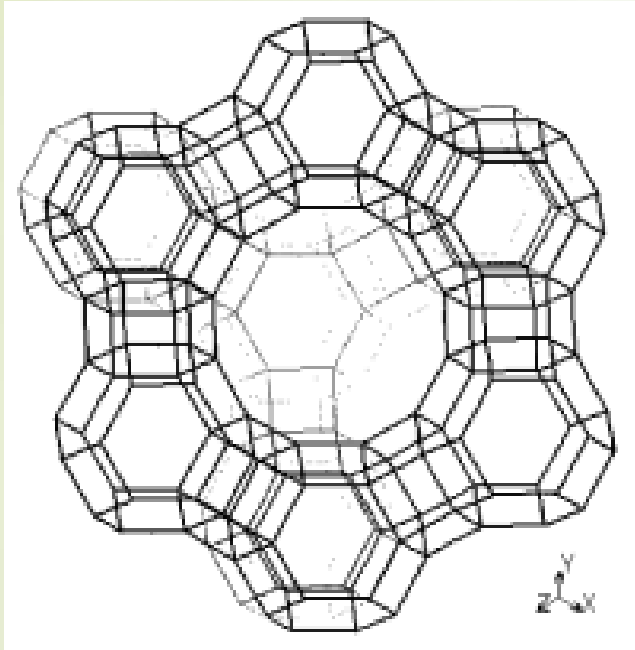
- Adsorbimento*: Processi industriali di separazione e purificazione;
- Catalisi*: catalizzatori acidi, metallici, cracking;
- Scambio ionico*: detergenza, produzione di ammendanti e fertilizzanti agricoli, rimozione di inquinanti dalle acque di scarico;
- Altre applicazioni*: materiali a risposta ottica, setacci molecolari, fabbricazione materiali polimerici, produzione materiali ceramici speciali

# ZEOLITI



A causa della dimensione del volume interno dei pori, la zeolite sintetica Y è la più adeguata all'adsorbimento dei sulfamidici

# ZEOLITE Y



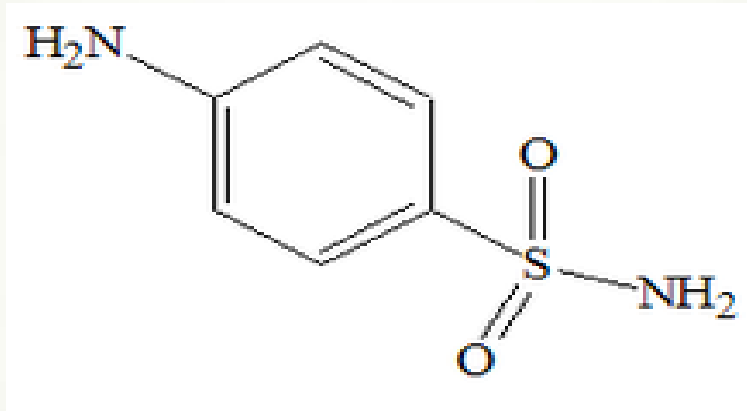
Struttura della zeolite Y

## CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Struttura di tipo FAU;
- Simmetria Fd-3m;
- Rapporto Si/Al = 2.43;
- Sintesi attraverso gelificazione;
- Utilizzo principale: catalizzatore di cracking

# SULFAMIDICI

*I sulfamidici* sono una classe di farmaci sintetici con azione antibatterica, che appartengono alla classe delle *solfonamidi*.



**Formula di struttura della solfanilammide**

Utilizzati nel trattamento di infezioni batteriche, bloccano la sintesi dell'acido tetraidrofolico, essenziale per la sintesi e la replicazione di acidi nucleici.

# CAUSE E CONSEGUENZE DELLA DIFFUSIONE DI ANTIBIOTICI NELL'AMBIENTE

Bacini di accumulo dei sulfamidici

## ACQUE

- Assenza di trattamenti;
- Sversamenti accidentali e non

## SUOLI

- Trattamenti diretti;
- Trattamenti indiretti

Conseguenza più grave è la diffusione della RESISTENZA BATTERICA

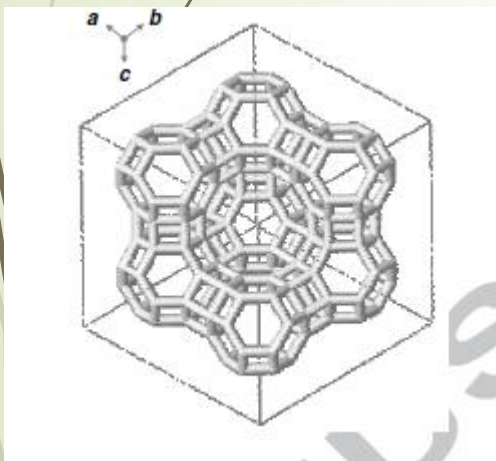
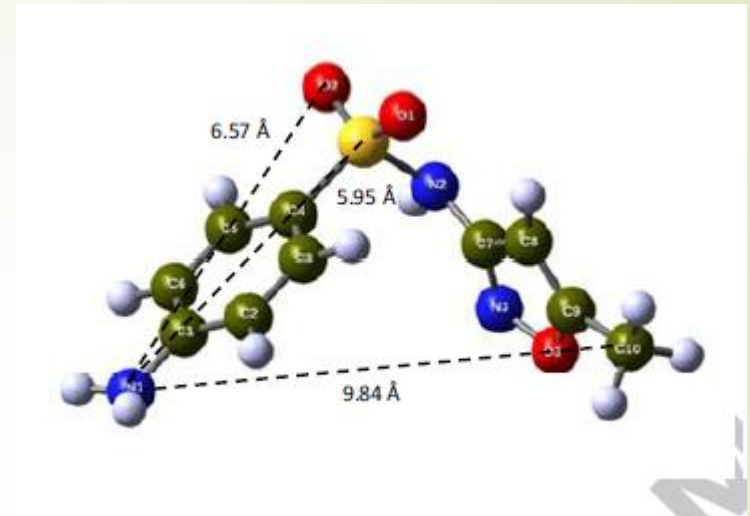
# MATERIALI UTILIZZATI PER LE SPERIMENTAZIONI

Sulfamethoxazolo benzenosolfonamide

Formula chimica:  $C_{10}H_{11}N_3O_3S$

Purezza al 99 %

Solubilità 202,3



Zeolite ad alto contenuto di silicio in forma protonata

Formula chimica:  $Si_{192}O_{384}$

$SiO_2/Al_2O_3 = 200$  mol/mol

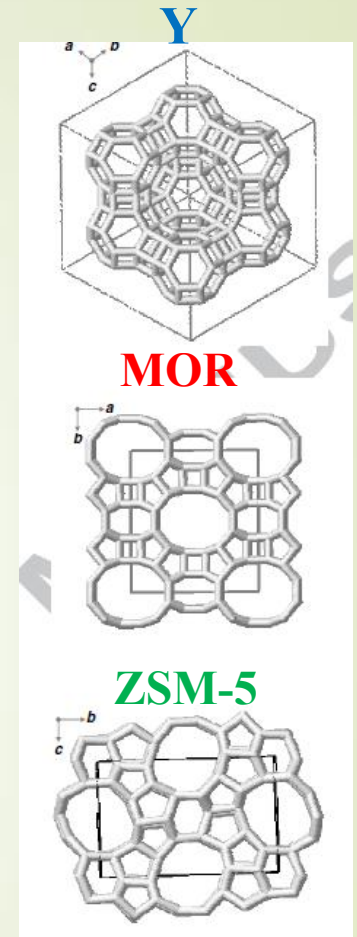
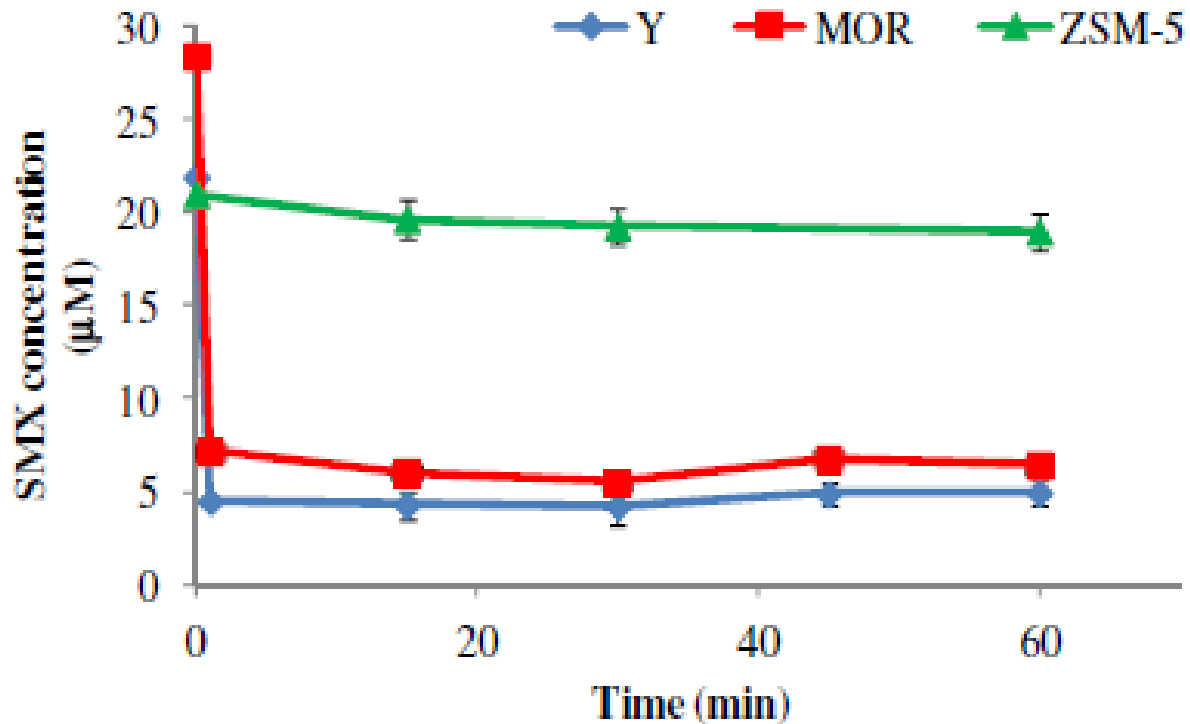


# RIMOZIONE DEI SULFAMIDICI DA MATRICE ACQUOSA: ANALISI EFFETTUATE

Gli studiosi Blasioli et al., hanno effettuato i seguenti esperimenti e analisi sui materiali scelti:

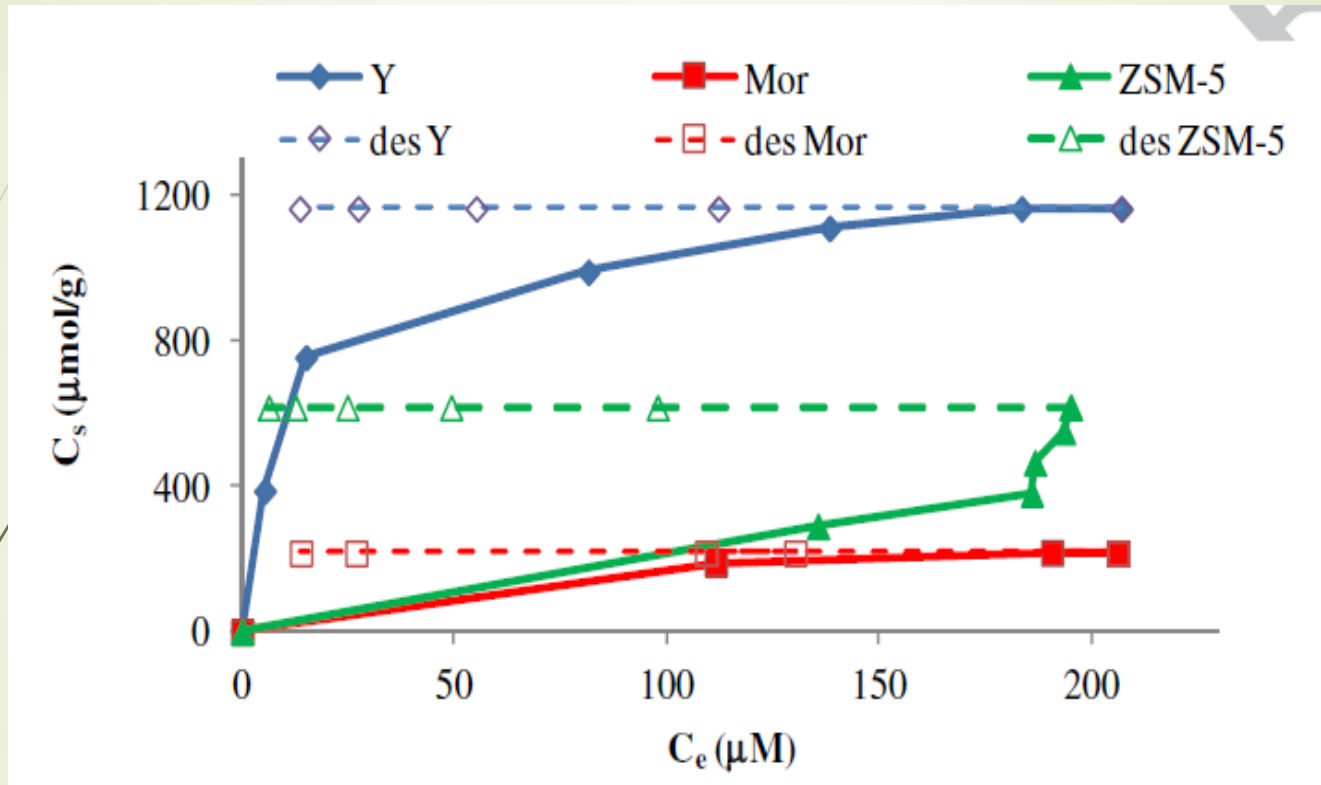
- Esperimenti di adsorbimento a temperatura ambiente e a 65°C per 24 h;
  - Esperimenti di desorbimento;
- Analisi termogravimetriche TGA

# RISULTATI



Cinetica di adsorbimento del sulfametossazolo nella zeolite Y a temperatura ambiente dopo un'ora di contatto.

# RISULTATI



Isoterme di adsorbimento e desorbimento del sulfametossazolo nella zeolite Y per un tempo di contatto di 30 minuti.

## CONCLUSIONI

- La zeolite Y ha adsorbito l'SMX in pochi minuti;
- Effetto sorprendentemente positivo della temperatura;
- Il processo di adsorbimento è irreversibile

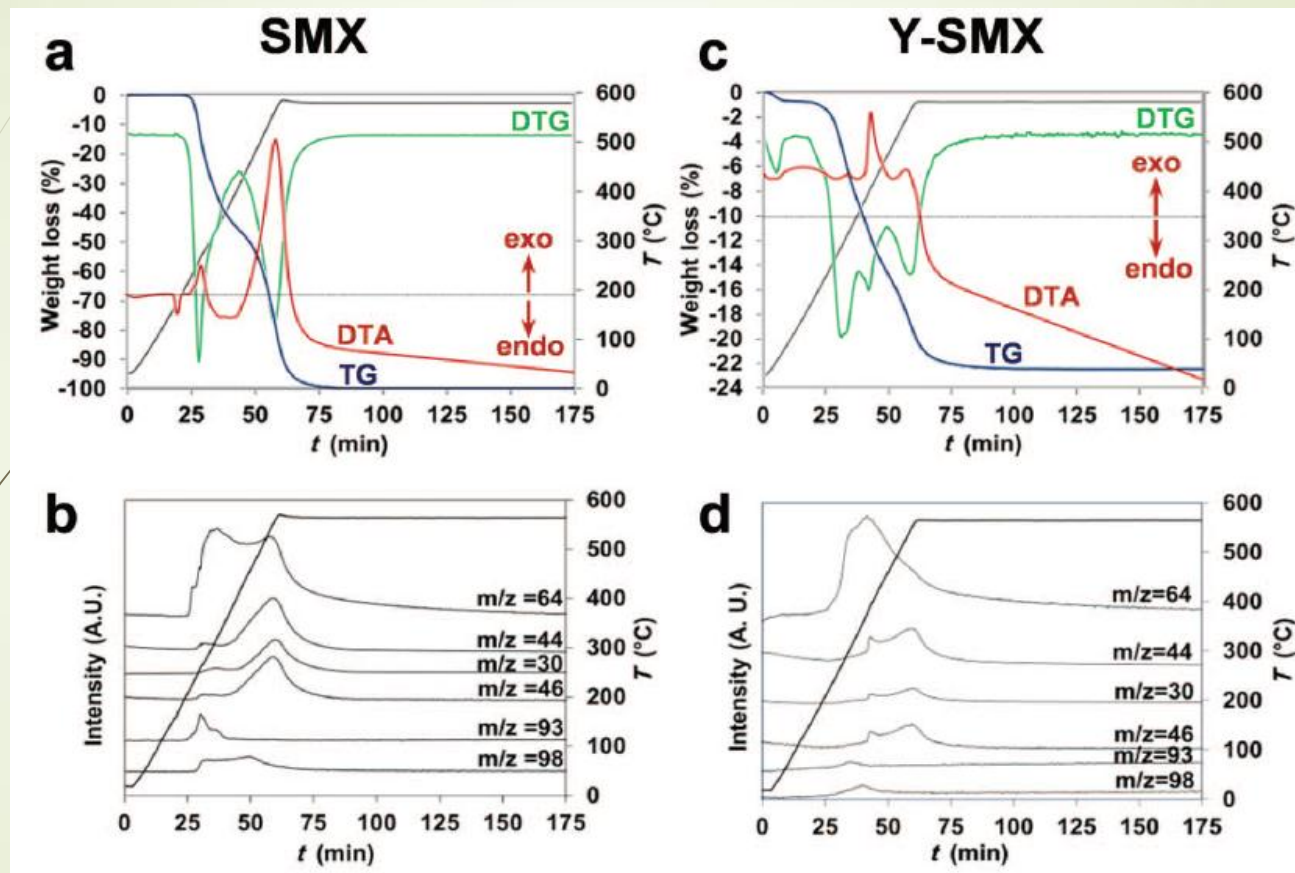
LA ZEOLITE Y HA MOSTRATO CINETICA E TEMPI DI ADSORBIMENTO CHE LA RENDONO UN OTTIMO MATERIALE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE PER LA RIMOZIONE DI SULFAMIDICI DA ACQUE REFLUE

## RIGENERAZIONE: ANALISI EFFETTUATE

Gli studiosi Leardini et al. (2014) hanno effettuato differenti analisi sui materiali scelti:

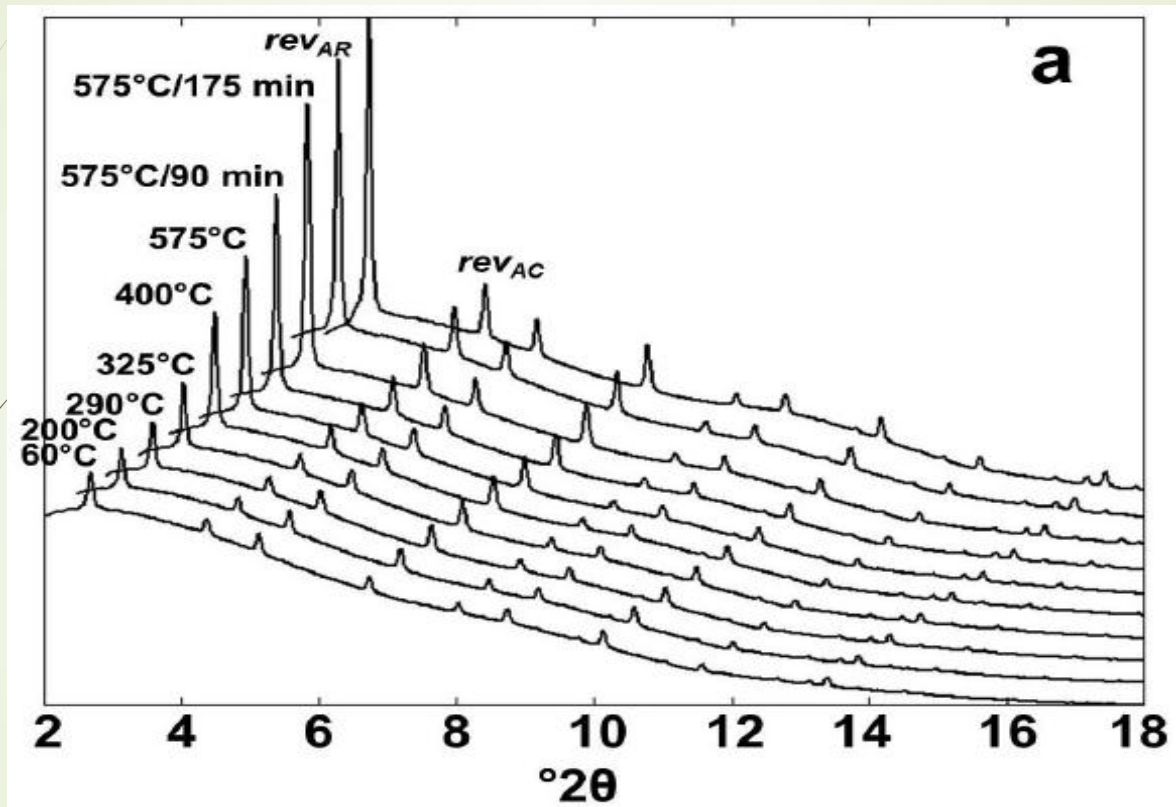
- TGA-MSEGA: Analisi termogravimetriche e spettrometria di massa;
- Diffrazioni a raggi X di sincrotrone e affinamenti di Rietveld

# RISULTATI



Analisi termiche e curve di spettrometria di massa di SMX puro (a,b) e Y-SMX (c,d)

# RISULTATI



Modelli di diffrazione da polveri in funzione di temperatura/tempo

## CONCLUSIONI

- Il processo di adsorbimento/desorbimento avviene senza significativa perdita di cristallinità della zeolite;
- Le zeoliti rigenerate riguadagnano quasi perfettamente i parametri di unità di cella dei materiali puri

**I CAMPIONI RIGENERATI SONO IN GRADO DI RI-ADSORBIRE UN QUANTITATIVO DI SMX SIMILE A QUELLO DEL MATERIALE PURO**