

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
“INGEGNERIA per l’AMBIENTE e il TERRITORIO”
Tesi di laurea

**“Test di performance della capacità flocculante di
innovativi polimeri ‘Acrylamide-Free’ su acque reflue
industriali”**

RELATORE:
Prof. Amedeo Lancia

CANDIDATA:
Corinna Maria Grottola
M67/056

CORRELATORE
Dott. M.A. Barbieri

ANNO ACCADEMICO 2013/2014



FLOCCULAZIONE

Rimozione dei Solidi Sospesi non Sedimentabili

Colloidi: $d = 10^{-3} - 10^{-6}$ [mm]

Teoria di DLVO

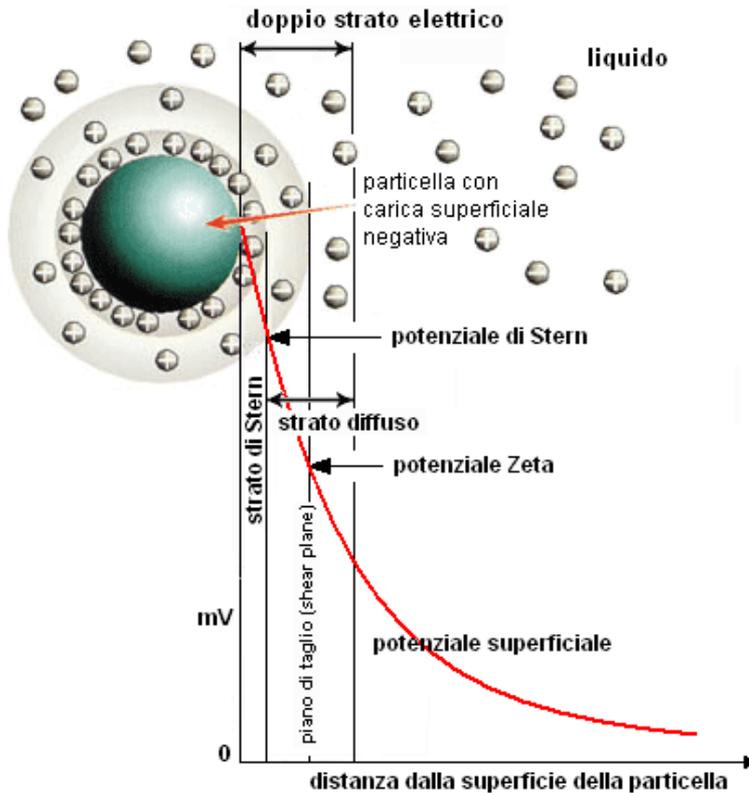
-Esistenza di distribuzione di cariche sulla superficie del colloide:

‘doppio strato elettrico: Strato di Stern e Strato Diffuso’

-Variazione del Potenziale elettrico in funzione della distanza dalla superficie del colloide

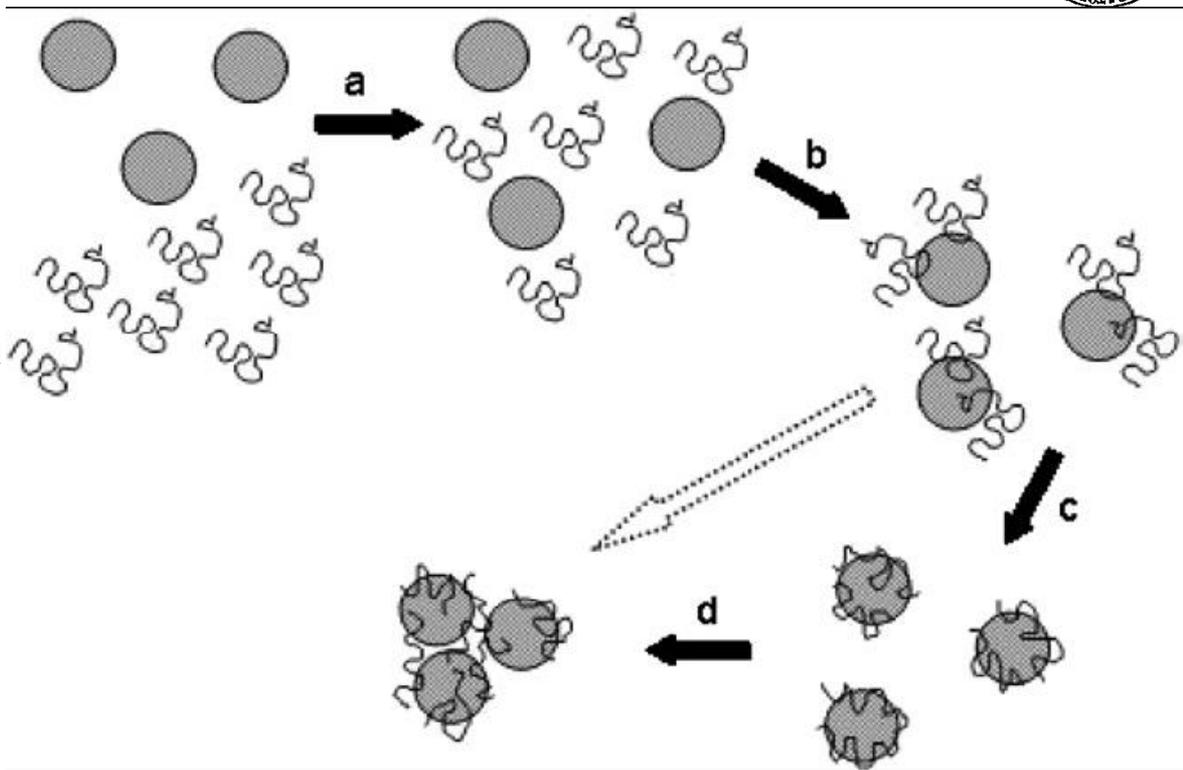
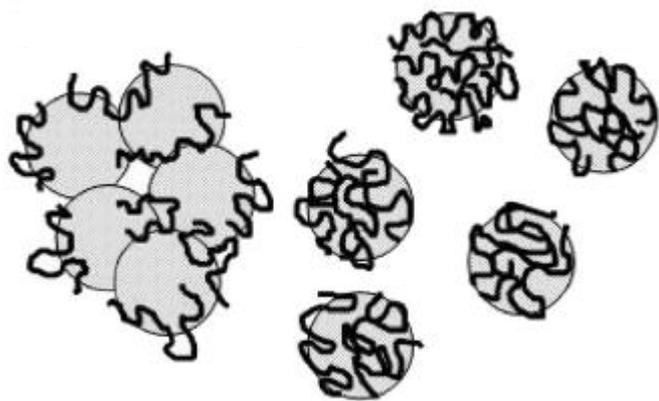
-Piano di Taglio: il Potenziale ZETA

Colloide





- a) Interazione polielettrolita-colloide
- b) Destabilizzazione cariche superficiali
- c) Adsorbimento del polielettrolita
- d) Formazione ed aggregazione dei fiocchi di fango



Capacità flocculante di un polielettrolita

- SOLUBILITA' NEL MEZZO ACQUOSO
- ELEVATO PESO MOLECOLARE
- ELEVATA DENSITA' DI CARICA



PAM POLIACRILAMMIDE

Tinte, carte, imballaggi per uso alimentare

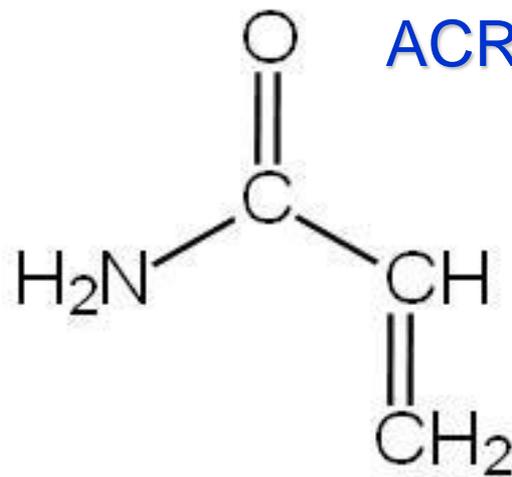
Produzione industriale di materie plastiche

Malte e cementi per applicazioni edilizie e fognature

Criticità:

La pericolosità delle PAM non è identificabile nel "polimero" ma nel residuo **acrilammidico**

Inoltre, il rischio chimico è associato alla produzione dell'Acrilammide, al suo stoccaggio, trasporto, manipolazione.





ACRILAMMIDE

Inizio anni'90
International Agency for
Research on Cancer
I.A.R.C.

Acrilammide

→ “sostanza probabilmente cancerogena”
Classe 2A

Regolamento REACH



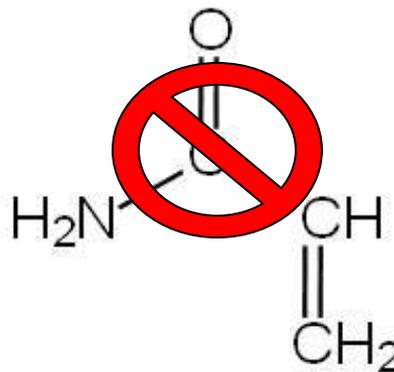
Regolamento (CE) n.
1907/2006 del Parlamento
europeo e del Consiglio
concernente la registrazione,
la valutazione, l'autorizzazione
e la restrizione delle sostanze
chimiche

Regolamento 14 aprile
2011, n. 366/2011/U.E
(Guue 15 aprile 2011 n. L
101)

L'acrilammide

- classificata cancerogena di categoria 1B
- mutagena di categoria 1B.

Concentrazione
< 0,1% in peso





Monomeri Alternativi all'Acrilammide

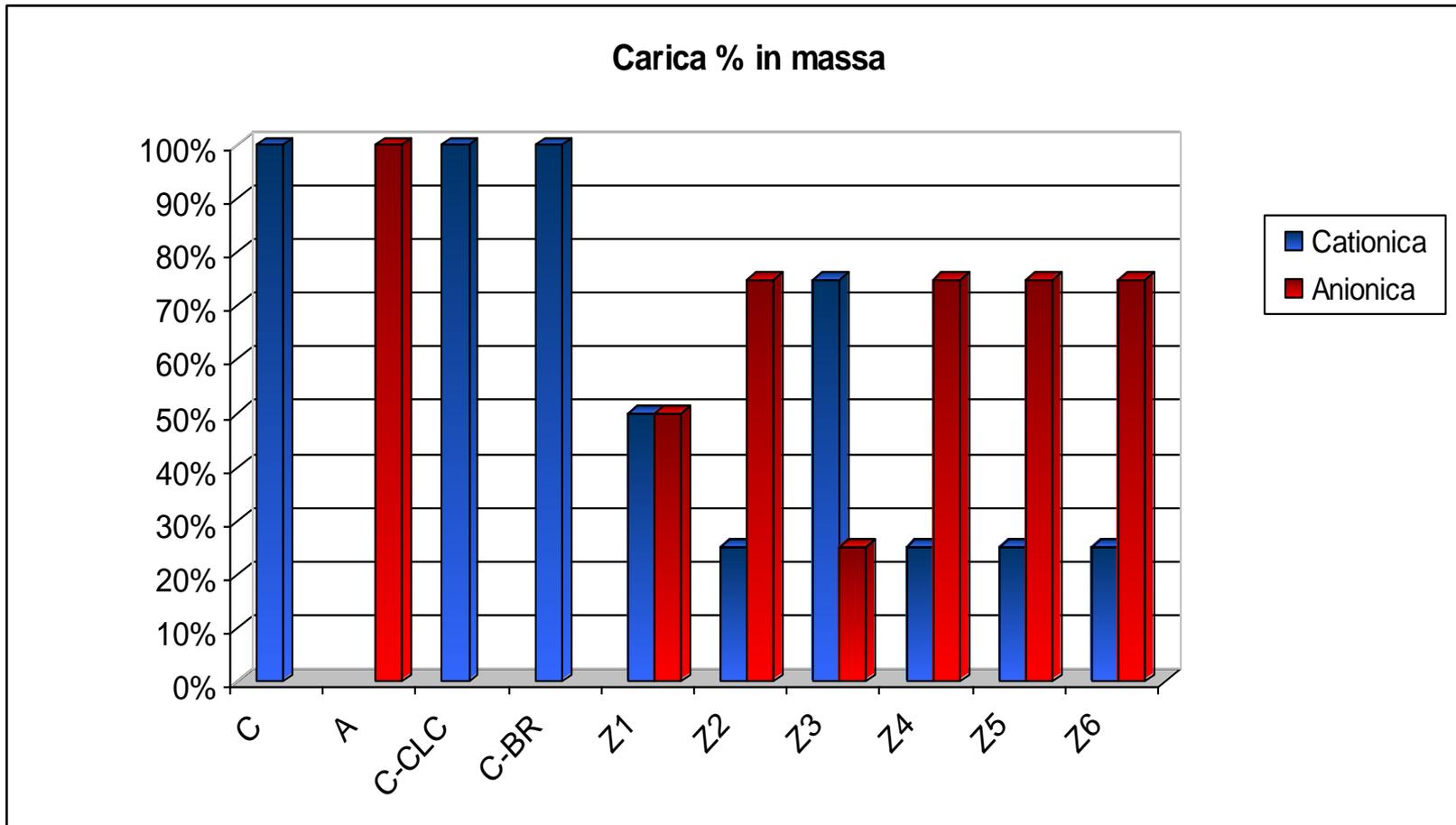
Acido Acrilico	Acido 2-propenoico
Acido Metacrilico	Acido 2-metil-propenoico
AMPS	Acido 2-Acrilammido 2 metilpropano
AETAC	Acrilossi Cloruro di-etile trimetilammonio
METAC	Metacrilossi Etil-trimetilammonio
DADMAC	Diallidimetilammonio



NUOVI FLOCCULANTI 'Acrylamide-Free'	Riferimenti con acrilammide	Struttura	% di utilizzo dei monomeri
C	QF CE 2040	Lineare	100% AETAC
C-CLC	QF CLC 7040	Cross-Linked	
C-BR	QF BC 9040	Catena Branched	
A	QF AE 3030	Lineare	100% Acido Acrilico
Z1	QF CE 2040 QF AE 3030	Lineare	50% Acido Acrilico 50%AETAC
Z2			75% Acido Acrilico 25% DADMAC
Z3			75% Acido Acrilico 25% METAC
Z4			75% Acido Acrilico 25% AETAC
Z5			75% Acido Metacrilico 25%AETAC
Z6			75% AMPS 25%AETAC

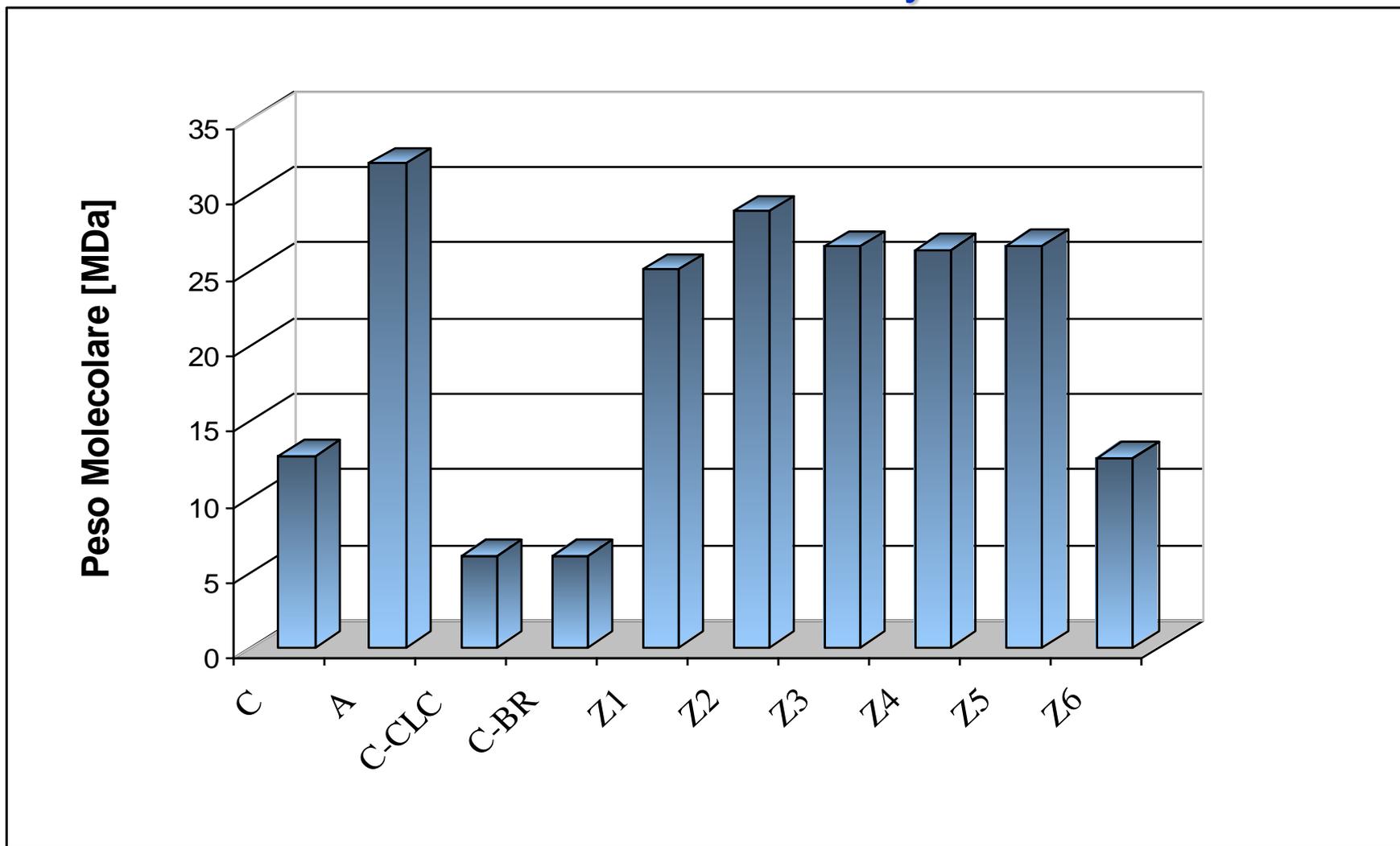


NUOVI POLIELETTROLITI 'Acrylamide-Free'





NUOVI POLIELETTROLITI 'Acrylamide-Free'



P.M.= UL Viscosity - Viscosità Cinematica

1 CentiPoises a 25°C = 1
MDa

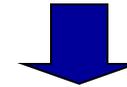


Materiali e Metodi

Analisi di Confronto e performance dei flocculanti 'Acrylamide-Free'



Applicazione industriale in impianto di trattamento GRS in vasca di flocculazione





TEST DI PERFORMANCE

JAR-TEST

1. PREPARAZIONE DEL CAMPIONE DI FANGO

Variabili

✓ pH = $7,4 \pm 0,4$

✓ pH = $4 \pm 0,4$

2. PREPARAZIONE DELLA SOLUZIONE DEL POLIELETTROLITA ALLO 0,2%

3. PROVA DEL JAR TEST

Apparecchiature e procedure

✓ Becher da 1000ml

✓ Agitazione del fango a 225 rpm

✓ Dosaggio flocculante: 25ppm; 50ppm; 75ppm; 100ppm

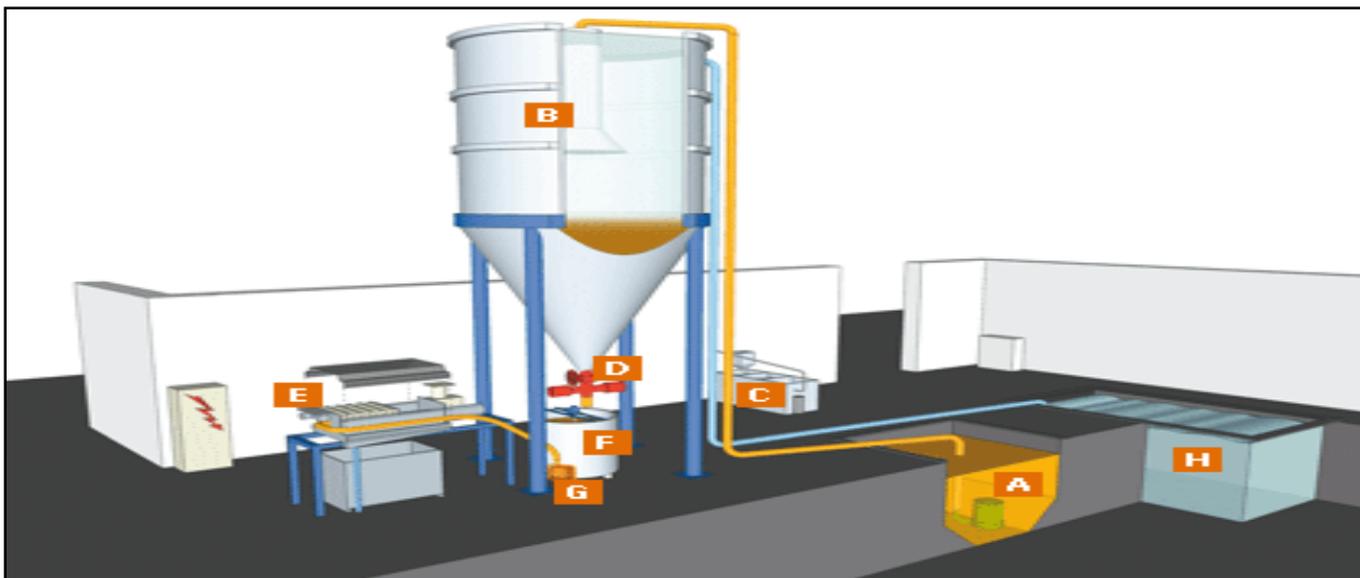
Efficienza delle prove per ogni dosaggio

✓ MISURA DELLA TRASMITTANZA DELL'ACQUA

✓ MISURA DEL RESIDUO SECCO DEL FANGO



APPLICAZIONE IN IMPIANTO DI TRATTAMENTO



(C) STAZIONE FLOCCULANTE

(H) VASCA DI ACCUMULO

(E) FILTROPRESSA

✓ Flocculante diluito allo **0,3%**

✓ Dosaggio **34 l/h**

✓ TEMPO DI OSSERVAZIONE PER OGNI FLOCCULANTE: **3 GIORNI**

✓ MISURE EFFETTUATE: **3 VOLTE AL GIORNO: 9.00 - 13.30 - 16.00**

✓ VALUTAZIONE DELLE PERFORMANCE MEDIANTE LE ANALISI DI:

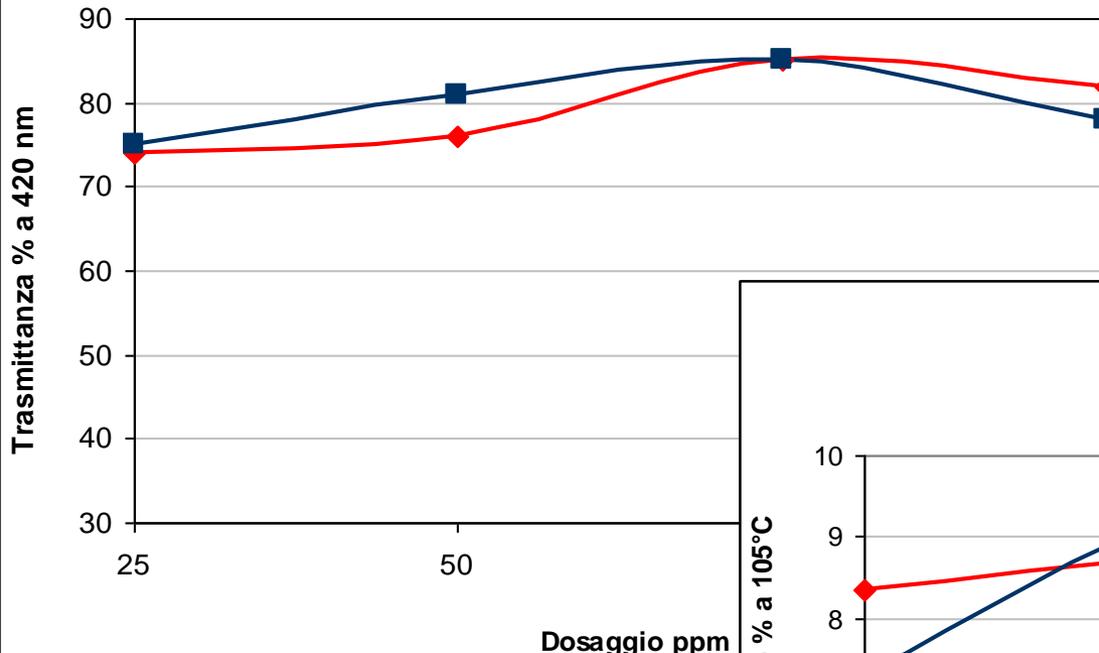
Trasmittanza % a 420 nm → Sull'acqua nella **VASCA DI ACCUMULO (H)**

Residuo secco % a 105 °C → Sul fango in uscita dalla **FILTROPRESSA (E)**



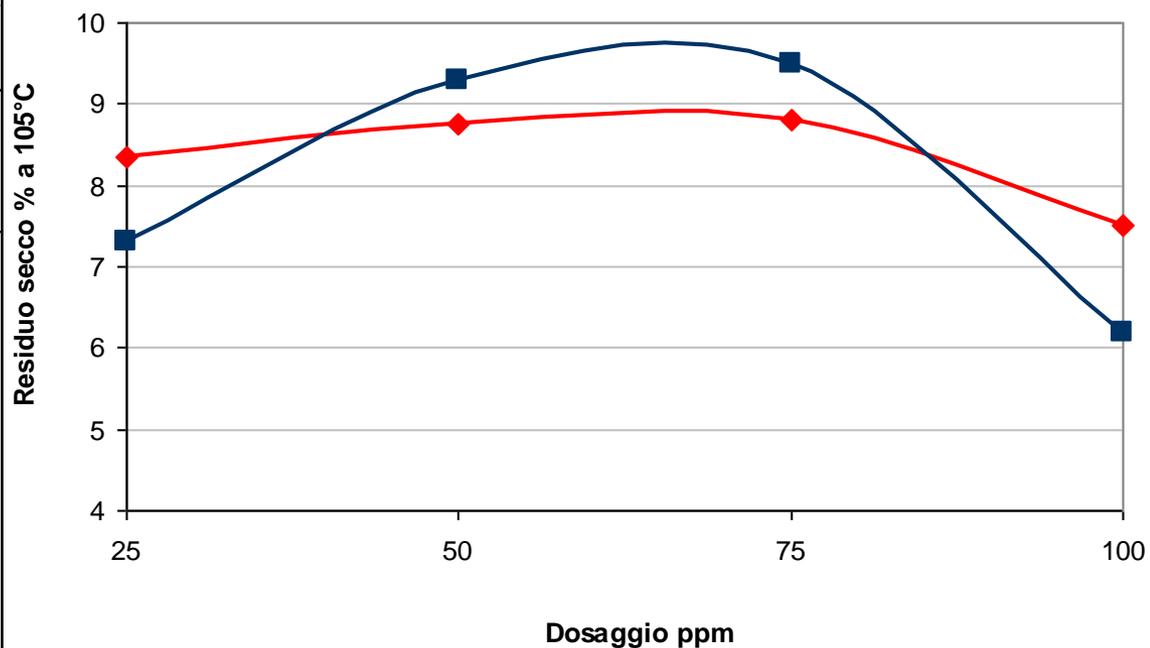
RISULTATI PROVE CONDOTTE A pH $7,4 \pm 0,4$

Trasmittanza % a 420 nm
C



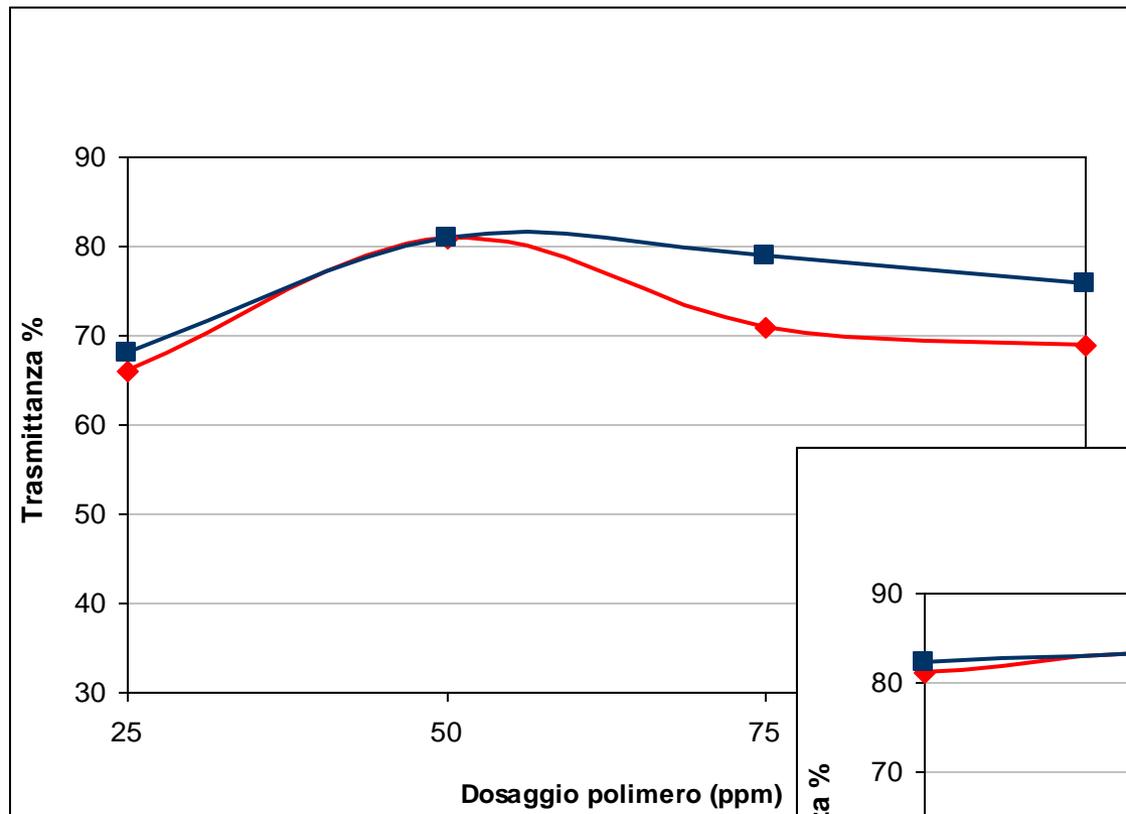
◆ C 100% AETAC
■ Qualifloc CE 2040

Residuo secco % a 105°C
C

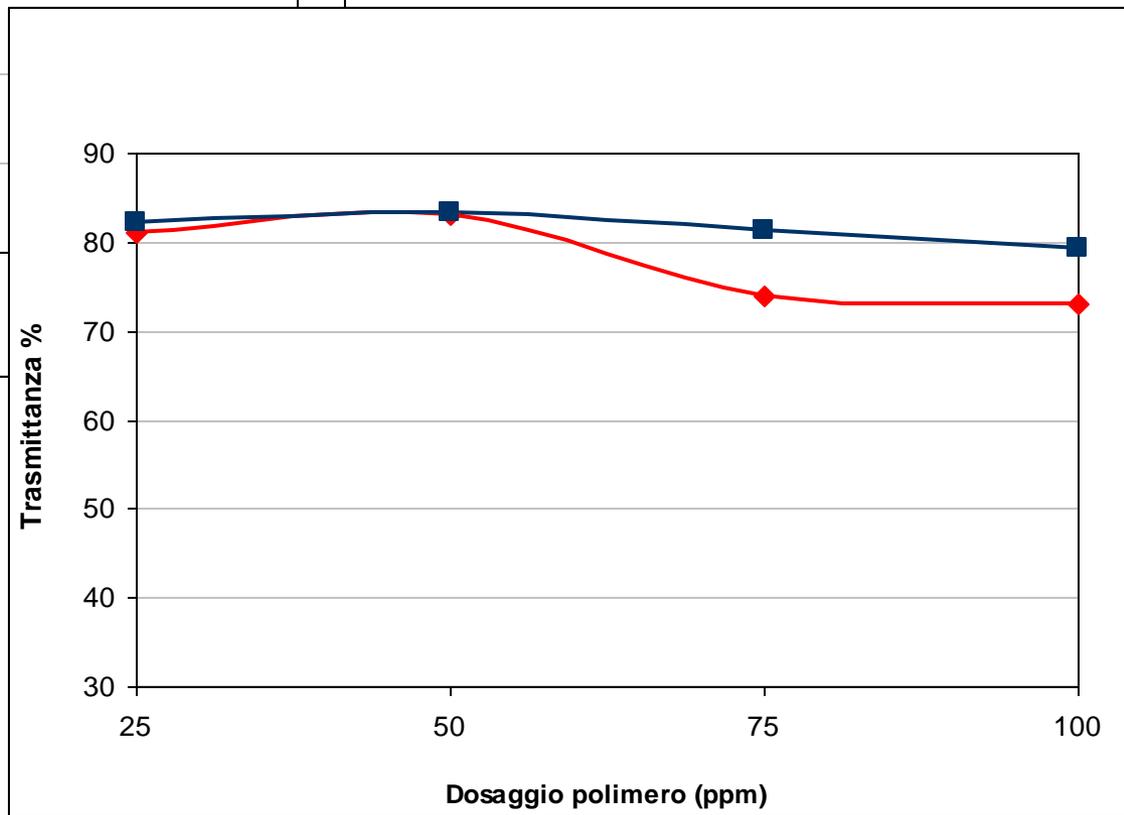




RISULTATI PROVE CONDOTTE A pH 7,4±0,4



◆ **C-CLC 100% AETAC**
■ **Qualifloc CLC 7040**



◆ **C-br 100% AETAC**
■ **Qualifloc BC 9040**

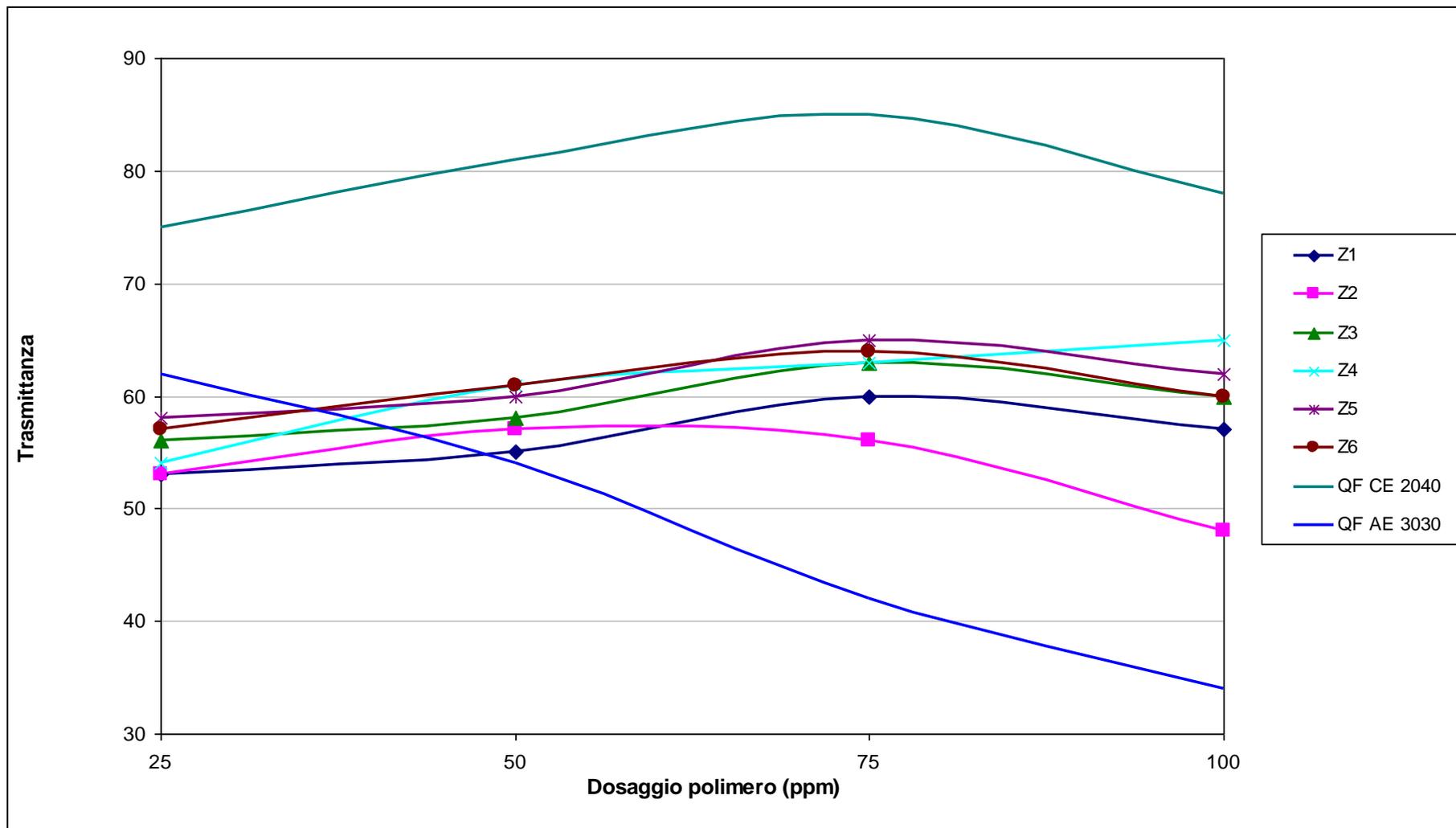


COMMENTI

- Gli innovativi flocculanti 'Acrylamide-Free' Cationici , hanno fornito valori di trasmittanza paragonabili ai riferimenti raggiungendo valori dell'80%
- Per il flocculante C, le prestazioni flocculanti sono simili al riferimento, in particolare con un dosaggio di 75ppm
- Per il flocculante C-CLC e per il C-BC, dopo 50 ppm di dosaggio, si ha saturazione e decremento dell'efficienza del polimero, ciò dovuto alla struttura ramificata

RISULTATI PROVE CONDOTTE A pH 7,4±0,4

CONFRONTO TRASMITTANZA % a 420nm : ZWITTERIONI





COMMENTI

- Gli Zwitterioni presentano alte performance di trasmittanza% e di residuo secco del fango % per un range del dosaggio 50ppm-75ppm

- Hanno evidenziato andamenti simili tra loro gli zwitterioni con il 75%Acido Acrilico, 75% Acido Metacrilico e 25 % di DADMAC; AETAC; METAC

Z2

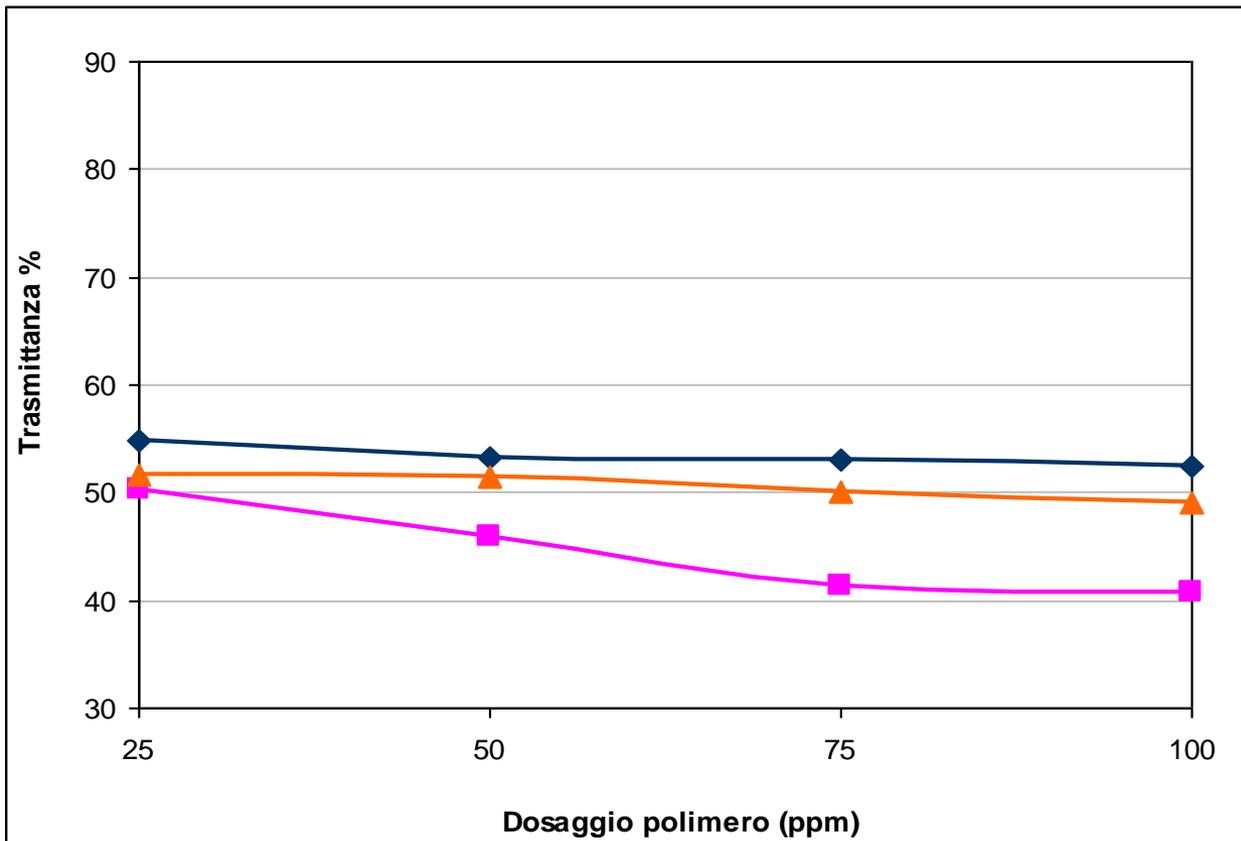
Z3

Z4

Z5

- Gli zwitterioni Z1 50% Acido Acrilico- 50%AETAC e il Z6 75% AMPS- 25%AETAC hanno avuto andamenti costanti per i vari dosaggi con formazione dei fiocchi di fango paragonabili ai riferimenti con acrilammide

RISULTATI PROVE CONDOTTE A pH 4



◆ Flocculante Z1

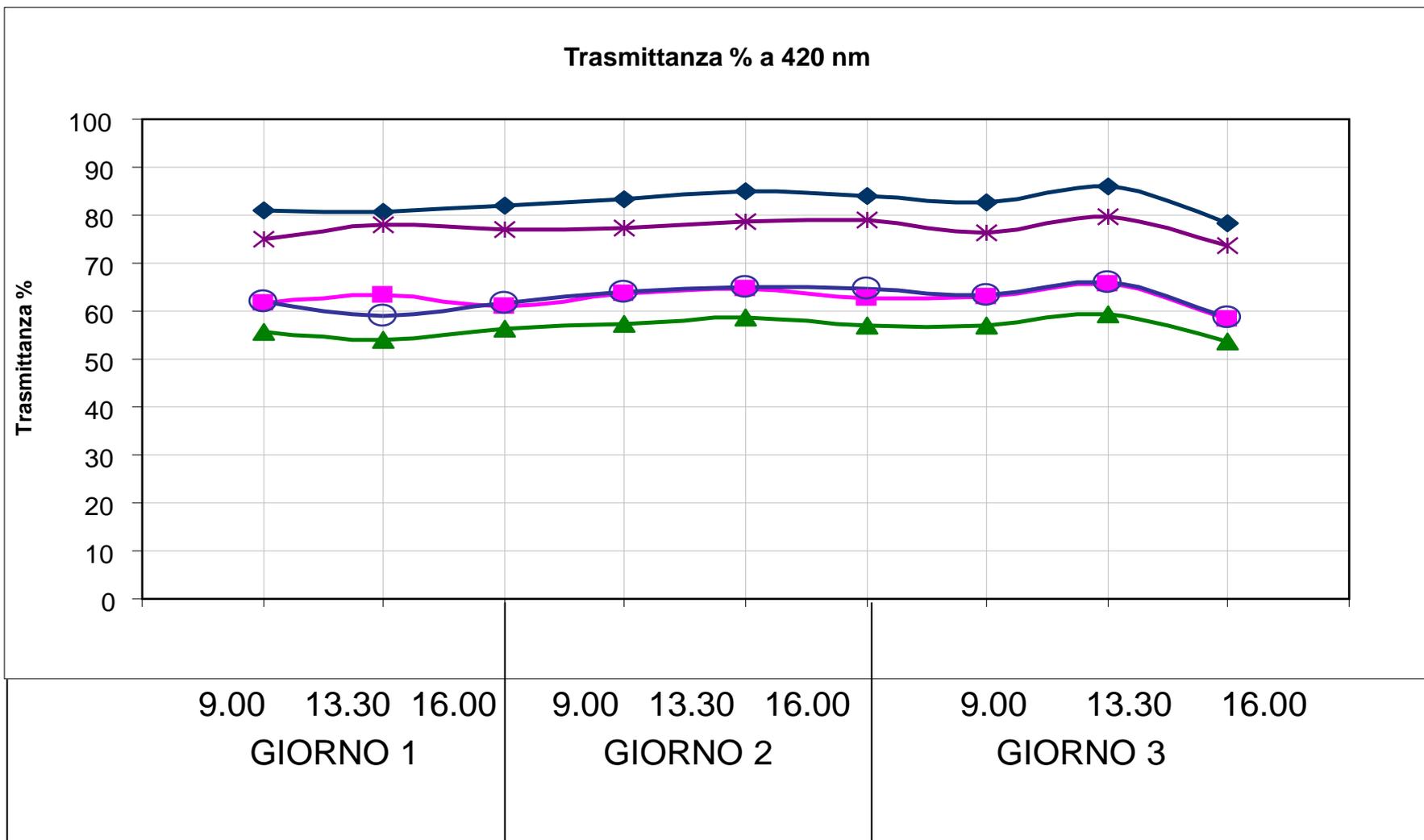
▲ Flocculante Z2

■ Flocculante Z6

• Normativa vigente: Parte III del *D.Lgs. 152/2006, Testo Unico Ambientale* → pH compreso tra 7 e 8,5

• Del residuo secco non è stato possibile fare le analisi, in quanto la coagulazione e la separazione liquido-solido con questo valore del pH acido, non è avvenuta.

APPLICAZIONE IN IMPIANTO DI TRATTAMENTO



◆ Flocculante C
 ■ Flocculante A
 ▲ Flocculante Z1
* Flocculante QF CE2040
 ○ Flocculante QF AE3030



Conclusioni:

Per tutti i flocculanti 'Acrylamide-Free'

→ Valori di trasmittanza superiori al 50%

→ Flocchi di fango medio grandi

→ Valori del residuo secco < 10%

→ La possibilità di essere utilizzati su impianti di trattamento reflui civili e/o industriali dove si utilizzano prodotti con il monomero di acrilammide.

→ Performance che nella maggior parte dei casi sono state simili o superiori a quelle dei polimeri convenzionale base acrilammidica.

→ Un'innovazione assoluta relativamente alla possibilità di sintetizzare polimeri zwitterionici ancora sconosciuti sul mercato dei polielettroliti.

→ Rispettano le normative vigenti nel settore ambientale, sia per la protezione delle acque, sia per la gestione di rifiuti in discariche controllate, dove i fanghi secchi e disidratati sono privi del residuo di polimeri contenuti tracce cancerogene.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

