



Sperimentazione Tecnologia Hydropath su impianto

AMAP – Depuratore Fondo Verde – PALERMO

PREMESSA

Grazie ad un accordo siglato ad Agosto 2014 tra la Carboli WT srl e l'Azienda Municipale delle Acque di Palermo (AMAP s.p.a.), nel mese di settembre 2014, è stata avviata una sperimentazione della tecnologia Hydropath per il trattamento anticalcare dell'acqua in impianti civili e industriali presso l'impianto di depurazione di Fondo Verde a Palermo. Detta sperimentazione, svolta con l'assistenza del laboratorio di analisi chimiche del Dipartimento Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali (DICAM) dell'Università di Palermo che ha avuto l'incarico di analizzare i campioni prelevati presso l'impianto AMAP, è finalizzata al riscontro del meccanismo di azione dei campi elettrici oscillanti ad alta frequenza (tecnologia Hydropath) sui fenomeni di cristallizzazione (e successiva precipitazione) del carbonato di calcio. Il test sperimentale è stato configurato applicando l'apparecchio sulla tubazione idrica che alimenta l'atomizzatore d'acqua nell'impianto di lavaggio e deodorizzazione dei gas estratti dalle vasche di ossidazione dell'impianto di depurazione di Fondo Verde a Palermo,

gestito da AMAP s.p.a.. La scelta è stata effettuata di concerto con i tecnici dell'AMAP che hanno proposto di provare l'effetto dell'apparecchio in uno dei punti più soggetti a manutenzione periodica proprio a causa della formazione di incrostazioni di calcare (ugello atomizzatore). Infatti, secondo quanto riferito dai tecnici dell'azienda municipale, l'atomizzatore necessita di manutenzione completa (smontaggio, disincrostazione e cambio guarnizioni) con cadenza più o meno mensile proprio a causa della formazione del calcare che, otturando gli ugelli, provoca un flusso irregolare (formazione di copiosi gocciolamenti) diminuendo di molto l'efficienza dell'impianto di lavaggio e deodorizzazione dei gas maleodoranti. Per ovviare al problema l'azienda ha installato in precedenza un addolcitore a scambio ionico il cui utilizzo però presuppone il continuo controllo dell'apparecchio con periodica rigenerazione della resina a scambio ionico (quindi una spesa periodica non indifferente).

Durante i sopralluoghi preliminari effettuati dai tecnici Carboli WT in affiancamento con i tecnici AMAP si è notato che nella linea di alimentazione dell'atomizzatore è inserito un flussimetro per misurare con precisione la quantità di acqua alimentata agli ugelli e garantire così la corretta miscelazione col flusso d'aria e quindi il giusto grado di nebulizzazione. A detta dei tecnici AMAP, i problemi di sporcamento da biofilm della superficie trasparente del flussimetro sono tali da renderlo illeggibile nell'arco di 7/10 giorni dall'ultima pulizia dell'apparecchio.

Dopo le valutazioni effettuate dai tecnici di Carboli WT si è scelto di eseguire la prova installando il modello Hydroflow I45 della famiglia Hydropath che, oltre ad avere un effetto anticalcare, possiede anche un effetto antibatterico e agevola la rimozione dei biofilm che si formano all'interno della tubazione e degli apparecchi (rottura per lisi delle membrane semipermeabili che costituiscono l'involucro delle cellule batteriche). Per consentire di testare gli effetti dell'Hydropath senza interferenza di ulteriori sistemi di trattamento anticalcare, prima di iniziare la sperimentazione, l'addolcitore a scambio ionico è stato adeguatamente bypassato.

SPERIMENTAZIONE

La prova sperimentale è iniziata il 3 settembre 2014 con l'attivazione del by-pass sull'addolcitore a scambio ionico e l'installazione dell'apparecchio. Dopo aver bypassato l'addolcitore e prima della messa in servizio dell'apparecchio è stato effettuato un prelievo per la caratterizzazione dell'acqua in ingresso all'impianto con analisi eseguite direttamente dai laboratori chimici dell'AMAP. Il risultato di detta caratterizzazione è di seguito riportato:

CONDUCIBILITA':	655 mS/cm
DUREZZA TOTALE:	276 mg/lit di CaCO ₃
DUREZZA TEMPORANEA:	156 mg/lit di CaCO ₃
DUREZZA PERMANENTE:	120 mg/lit di CaCO ₃

Parte del medesimo campione è stato invece condizionato con protocollo stabilito in accordo con il laboratorio del DICAM e analizzato per la verifica delle forme cristallografiche del CaCO_3 . Il condizionamento concordato con il laboratorio del DICAM è finalizzato ad esaltare la formazione dei cristalli di CaCO_3 in sospensione acquosa per poter poi facilitare l'indagine cristallografica. La formazione dei cristalli è stata indotta per surriscaldamento del campione fino a 70°C e successivo raffreddamento graduale a T ambiente, il tutto in stato di lievissima agitazione. Ad eccezione del campione 1 (apparecchio Hydropath non in servizio), detto condizionamento è stato effettuato per tutti gli altri campioni destinati all'analisi cristallografica entro 30 minuti dal momento di esecuzione del prelievo (intervallo di tempo in cui l'effetto dell'apparecchio sugli ioni disciolti in acqua è ancora attivo), direttamente presso il laboratorio dell'impianto di Fondo Verde.

Nei tre mesi successivi all'inizio della sperimentazione sono stati effettuati vari controlli e prelevati vari campioni per seguire passo passo l'evoluzione della prova, e riscontrare qualitativamente e quantitativamente le forme cristalline del carbonato di calcio formatosi (calcite, aragonite, ecc.) prima e durante l'azione dell'apparecchio.

Sono stati effettuati prelievi in data 3 settembre 2014 (inizio prova), 21 ottobre 2014 e 2 dicembre 2014 (fine prova). In occasione dell'ultima visita (02/12/2014), oltre al campione prelevato in uscita dall'atomizzatore (vicino all'apparecchio Hydropath), è stato prelevato

un ulteriore campione dal circuito acqua sanitaria che alimenta l'atomizzatore, ma in un punto molto distante da quest'ultimo (dall'altro lato dell'impianto, circa 100 mt di tubazione dal punto di installazione dell'apparecchio Hydropath). Questo secondo prelievo è stato effettuato per verificare il propagarsi dell'azione dei campi elettrici oscillanti ed il relativo effetto anticalcare anche a grandi distanze di tubazione. Inoltre, in occasione di ogni prelievo, è stata effettuata una verifica funzionale dell'apparecchio ed una verifica dello stato di pulizia dell'atomizzatore (controllo della forma del flusso nebulizzato) e del filtro a "Y" posto a monte dell'atomizzatore. Il risultato degli esami cristallografici è riportato nel certificato emesso dall'Università di Palermo e allegato alla presente relazione.

Al livello empirico è stata verificata sin da subito l'azione disincrostante dell'apparecchio. Infatti, a causa di alcuni frammenti di biofilm che si sono distaccati dalla parete interna della tubazione di alimentazione dell'atomizzatore (effetto disincrostante), si è intasato il flussimetro posto subito a monte dell'atomizzatore. Pertanto si è resa necessaria una pulizia straordinaria dello stesso. Questo episodio è avvenuto all'incirca 20 giorni dopo l'applicazione dell'apparecchio Hydropath (vedi foto verifica del 25/09/2014).

Poco più di un mese dopo l'inizio della prova (il 13/10/2014) è stato effettuato un ulteriore controllo per la verifica funzionale dell'apparecchio. Il risultato di detto controllo è stato positivo in quanto

non era stato necessario effettuare alcuna manutenzione sugli strumenti dell'impianto (atomizzatore, flussimetro e filtro a "Y") che funzionavano regolarmente.

Il 21/10/2014 è stato effettuato un ulteriore controllo con prelievo del campione per l'analisi cristallografica. Anche in questo caso gli apparecchi dell'impianto non presentavano alcun problema. Secondo quanto riferito dal personale dell'impianto, qualche giorno dopo la visita di controllo e prelievo, il flussimetro si è guastato in maniera irreparabile (rottura per vetustà del raccordo filettato in testa) e pertanto si è resa necessaria la sostituzione dello stesso.

Il 24/11/2014 è stato effettuato un ulteriore controllo per verificare lo stato di funzionamento del nuovo flussimetro e degli altri componenti dell'impianto. Anche in questo caso il controllo ha avuto esito positivo visto che tutte le apparecchiature dell'impianto (atomizzatore, flussimetro e filtro ad "Y") funzionavano regolarmente e non presentavano segni di incrostazioni o sporcamento.

Il 02/12/2014 si è conclusa la prova sperimentale (è stata staccata l'alimentazione elettrica lasciando comunque l'apparecchio installato) con la verifica di tutte le apparecchiature ed il prelievo di due campioni per le analisi cristallografiche (un campione dall'atomizzatore ed uno dalla parte opposta dell'impianto di depurazione). Anche in questo caso il controllo funzionale delle apparecchiature ha dato esito positivo.

Con l'apparecchio ormai disattivato da circa 70 giorni, il 12/02/2015 è stata effettuata l'ultima visita di controllo per verificare la durata dell'effetto pulente e disincrostante prodotto da Hydropath. In questa occasione si è rilevato che l'atomizzatore ed il filtro ad "Y" non presentavano problemi mentre il flussimetro cominciava a presentare segni di sporramento da biofilm.

CONCLUSIONI

Stando a quanto sopra riportato, nonché alla documentazione fotografica allegata alla presente, si può affermare che dal punto di vista empirico la prova ha avuto esito pienamente positivo. Infatti, stando a quanto riferito dal personale tecnico dell'AMAP, senza l'ausilio del vecchio addolcitore a scambio ionico, l'intervallo di manutenzione dell'atomizzatore era di circa 30-40 giorni, mentre quello del flussimetro e del filtro ad "Y" era di circa 7-10 giorni. Con l'azione dell'Hydropath, in un periodo di circa 90 giorni, non è stato necessario alcun intervento di manutenzione sull'ugello atomizzatore e sulle altre parti dell'impianto (flussimetro e filtro ad "Y"), ad eccezione della sostituzione del flussimetro che però è dipesa da cause diverse dalle incrostazioni di calcare. Inoltre è stato verificato che i benefici prodotti dall'apparecchio Hydropath presentano una sorta di effetto "volano" in quanto, anche dopo 70 giorni circa dalla conclusione della prova (disconnessione

dell'apparecchio), il solo problema rilevato è stato un lieve sporcamento del flussimetro.

Da un punto di vista analitico, osservando il risultato delle prove cristallografiche (diffrattometria RX su campione ottenuto per evaporazione, eseguita presso i laboratori del DICAM all'Università di Palermo) e allegate alla presente relazione, si possono fare le seguenti affermazioni.

In assenza di azione dell'apparecchio Hydropath (campione del 03/09/2014, prelevato in un rubinetto a monte del filtro ad "Y" posto a protezione dell'atomizzatore, grafico di colore arancione a pag. 7 del certificato di analisi) viene rilevata la presenza di calcare in forma di Aragonite (primo picco), una piccola formazione di Calcite (picco centrale) ed una formazione di Halite (cloruro di sodio, terzo picco). Questo significa che l'acqua ha un effetto lievemente incrostante e può depositare calcare negli apparecchi che attraversa.

Con la presenza dell'apparecchio Hydropath (campione del 21/10/2014, prelevato direttamente all'uscita dell'atomizzatore, grafico di colore blu a pag. 7 del certificato di analisi) si riscontra la presenza di calcare in forma di Aragonite (primo picco) in quantità leggermente superiore a quella del campione del 03/09/2014, una formazione di Calcite superiore a quella del campione di inizio prova, ed una formazione di Halite leggermente inferiore a quella del campione del 03/09/2014.

Nella seconda verifica effettuata in presenza dell'apparecchio Hydropath (campione del 02/12/2014, prelevato direttamente all'uscita dell'atomizzatore, grafico di colore nero a pag. 7 del certificato di analisi) si riscontra la presenza di calcare in forma di Aragonite (primo picco) in quantità leggermente inferiore a quella del campione del 21/10/2014, una formazione di Calcite grandemente superiore a quella riscontrata nei campioni precedenti (03/09/2014 e 21/10/2014), ed una formazione di Halite paragonabile a quella del campione del 21/10/2014.

Sostanzialmente, riassumendo quanto indicato nei grafici delle diffrattometrie, vediamo che il picco (quindi la quantità) dei cristalli di Calcite ha una crescita graduale dal momento della messa in funzione dell'apparecchio fino alla sua entrata a regime (circa 90 giorni dopo l'attivazione), fino a raggiungere quantità notevolmente superiori a quelle di inizio prova.

Pertanto l'effetto documentato (crescita graduale della quantità dei cristalli di calcite) denota che l'azione dei campi elettrici oscillanti dell'apparecchio Hydropath induce la formazione di microcristalli di Calcite in grande quantità. L'effetto però è tale che, detti cristalli, invece di depositarsi sulle superfici di contatto e accrescersi (quindi formare incrostazioni, come avviene in condizioni normali), rimangono in sospensione e vengono trascinati via dal flusso stesso dell'acqua (campioni prelevati all'uscita dell'atomizzatore). A questo bisogna anche

aggiungere l'effetto disincrostante (sempre dovuto al condizionamento prodotto da Hydropath) che provoca la rimozione del calcare già depositato nei tubi e nelle apparecchiature. L'azione disincrostante si innesca perché una volta che si formano i primi microcristalli a partire dal calcare disciolto, l'acqua diviene leggermente aggressiva e tende a intaccare il sedimento di calcare già depositato nella parete dei tubi. Poi, una volta disciolto, il calcare subisce nuovamente l'azione dell'apparecchio e forma microcristalli che vengono portati via dal flusso dell'acqua.

Per queste ragioni il picco della Calcite riscontrato nell'ultimo campione (02/12/2014), con l'azione dell'apparecchio ormai completamente a regime, presenta dimensioni notevoli (Calcite da calcare presente nell'acqua più quella proveniente dal sedimento rimosso dalla parete dei tubi) anche rispetto al campione del 21/10/2014.

L'analisi dell'altro campione prelevato il 02/12/2014 (prelievo in un punto distante rispetto al punto di installazione dell'Hydropath) denota invece che, non ostante la grande distanza (circa 100 m di tubazione tra l'apparecchio ed il punto di prelievo) l'effetto dell'apparecchio Hydropath è ancora ben rilevabile con una intensità pari al circa il 30% di quella misurata in prossimità del punto di installazione dell'apparecchio (grafico di colore fucsia a pag. 7 del certificato di analisi).

Pertanto, anche dal punto di vista analitico, visto che risulta ben visibile al livello cristallografico l'effetto dell'apparecchio Hydropath, si può affermare che la prova ha avuto esito pienamente positivo.

Foto gruppo 1 – Installazione – 03/09/2014



Apparecchio Hydroflow I45.



Apparecchio Hydroflow I45.



Flussimetro.



Visione di insieme dell'impianto con apparecchio installato.



Hydropath messo in funzione (led accesi).



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.

Foto gruppo 2 – Controllo – 25/09/2014



Apparecchio Hydroflow I45.



Apparecchio Hydroflow I45.



Flussimetro dopo la pulizia iniziale



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.



Elementi del filtro ad "Y".

Foto gruppo 3 – Controllo – 13/10/2014



Apparecchio Hydroflow I45.



Flussimetro.



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.

Foto gruppo 4 – 1° Prelievo – 21/10/2014



Apparecchio Hydroflow I45.



Flussimetro.



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.



Prelievo campione dall'atomizzatore.



Condizionamento campione.

Foto gruppo 5 – Controllo – 24/11/2014



Apparecchio Hydroflow I45



Nuovo flussimetro.



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.



Elementi del filtro ad "Y"

Foto gruppo 6 – Controllo – 26/11/2014



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.



Nuovo flussimetro



Elementi del filtro ad "Y"

Foto gruppo 7 – 3° prelievo – 02/12/2014



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.



Nuovo flussimetro



Elementi del filtro ad "Y"



Prelievo campione dall'atomizzatore.



Condizionamento campione.

Foto gruppo 8 – Controllo – 12/02/2015



Interno camera deodorizzazione, flusso nebulizzato.



Nuovo flussimetro.



Elementi del filtro ad "Y"



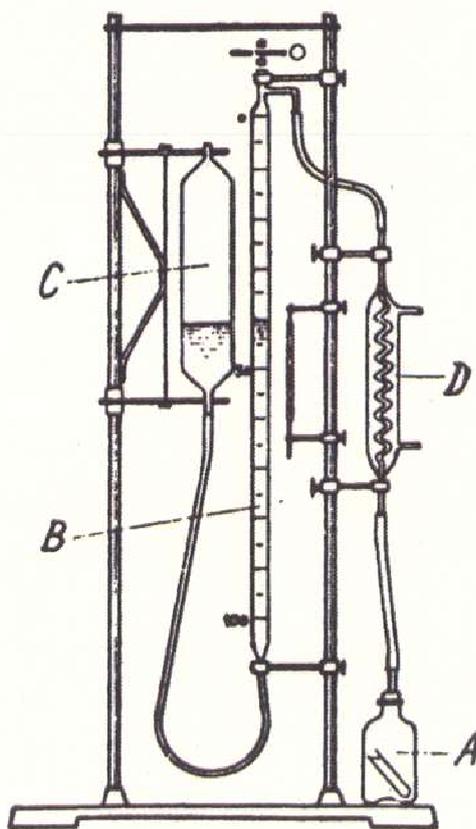
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE, AEROSPAZIALE, DEI MATERIALI

Laboratorio di Ricerca Sperimentale
Sezione Materiali per il Restauro e la Conservazione

Viale delle Scienze Parco d'Orleans – Edificio n° 8 – 90128 Palermo
☎ (+0039) 091-23896729/773/781 091-23899734 / Fax (+0039) 091-427121 - 487068
<http://laboratorio.dica.unipa.it> e-mail: laboratorio.dica@unipa.it

CERTIFICATO DI ANALISI SU CAMPIONI DI ACQUA



IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
(Prof. Ing. Francesco Di Quarto)





DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE, AEROSPAZIALE, DEI MATERIALI

DATI GENERALI

Intestatario	Di Trapani Maurizio – Via A. Borrelli, 50 – 90139 - Palermo
Estremi della domanda	269 del 13/10/2014
Luogo dove è stata eseguita la prova	Laboratorio Materiali del DICAM
Data della prova	novembre 2014 – marzo 2015

PROVA RICHIESTA:

Identificazione delle fasi mineralogiche ottenute per evaporazione da campioni di acqua.

STRUMENTI ADOPERATI

1	Diffratometro RX Panalytical Empyran
---	--------------------------------------

CARATTERISTICHE DEI PROVINI:

I campioni, il cui prelievo è stato curato dal committente, sono stati forniti sotto forma di campioni di acqua in bottiglie di plastica sigillate, il cui prelievo è stato svolto all'interno del test sperimentale della tecnologia elettronica Hydropath svolto a Palermo presso l'impianto di depurazione di "Fondo Verde" gestito da A.M.A.P. S.P.A.: unità di impianto utilizzata per il test: atomizzatore della deodorizzazione. La descrizione dei campioni, secondo le indicazioni del committente è riportata di seguito:

Campione 1 del 03/09/2014: inizio test, apparecchio Hydropath assente, prelievo atomizzatore.

Campione 2 del 21/10/2014: apparecchio Hydropath in funzione da 49 giorni, prelievo dall'atomizzatore.

Campione 3 del 02/12/2014: fine test, apparecchio Hydropath in funzione da 91 giorni, prelievo dall'atomizzatore.

Campione 4 del 02/12/2014: fine test, apparecchio Hydropath in funzione da 91 giorni, prelievo a 100 m di distanza.

CARATTERISTICHE DELLA PROVA:

L'analisi in diffrazione RX è stata condotta nel range 2θ 10-60° con radiazione incidente CuK α , condizioni del filamento 40kV e 40mA.

Dai campioni d'acqua si è ricavato, direttamente sul vetrino portacampioni per diffrazione, il solido da analizzare per evaporazione dell'acqua, aggiungendo goccia a goccia l'acqua sul vetrino sino all'ottenimento di una patina chiaramente visibile ad occhio nudo.

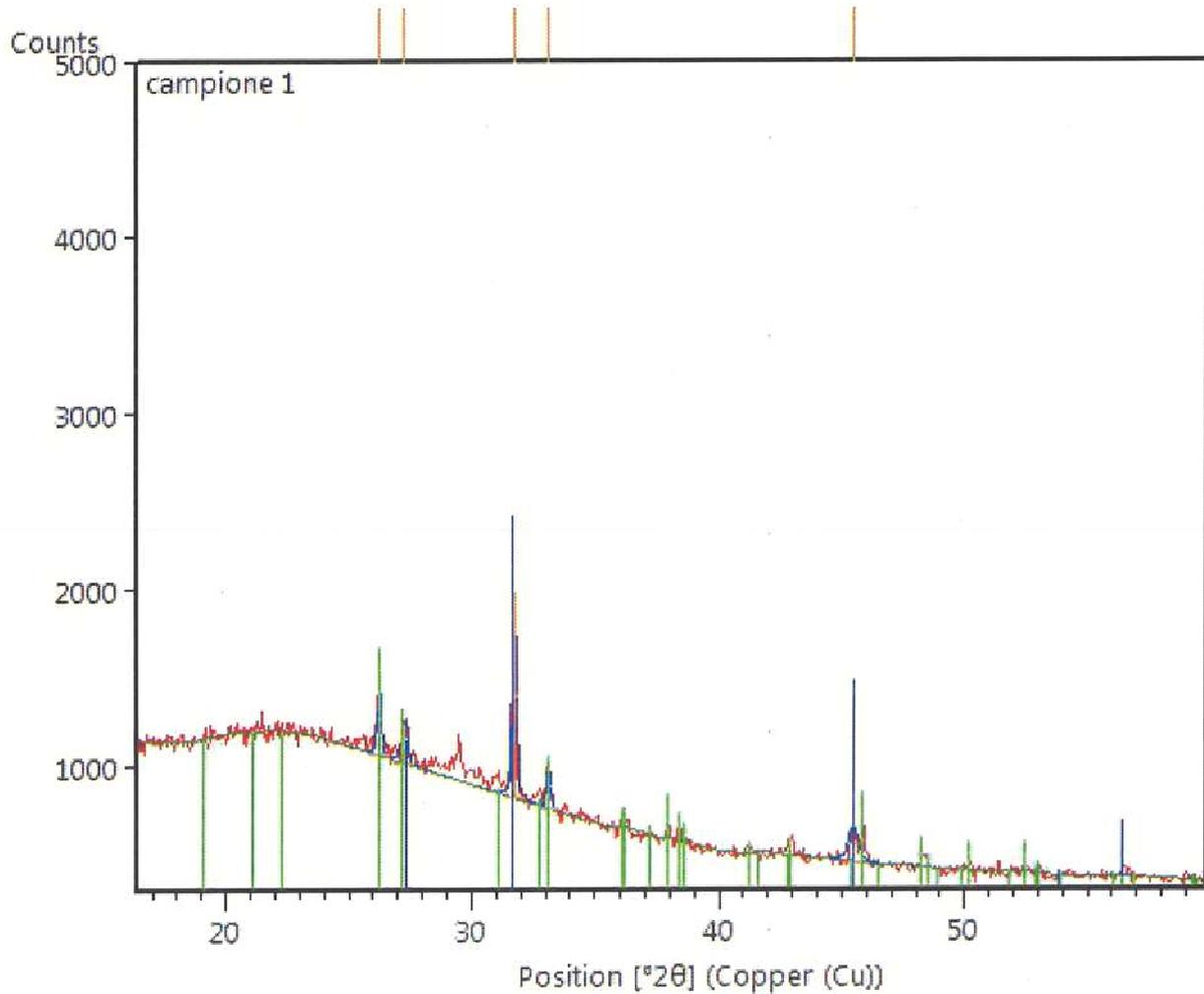


RESOCONTO DELLA PROVA:

DIFFRATTOMETRIA RX

Si riportano i diffrattogrammi dei quattro campioni analizzati. Le fasi identificate sono riportate con l'abbondanza relativa espressa mediante il numero di "+".

Campione 1

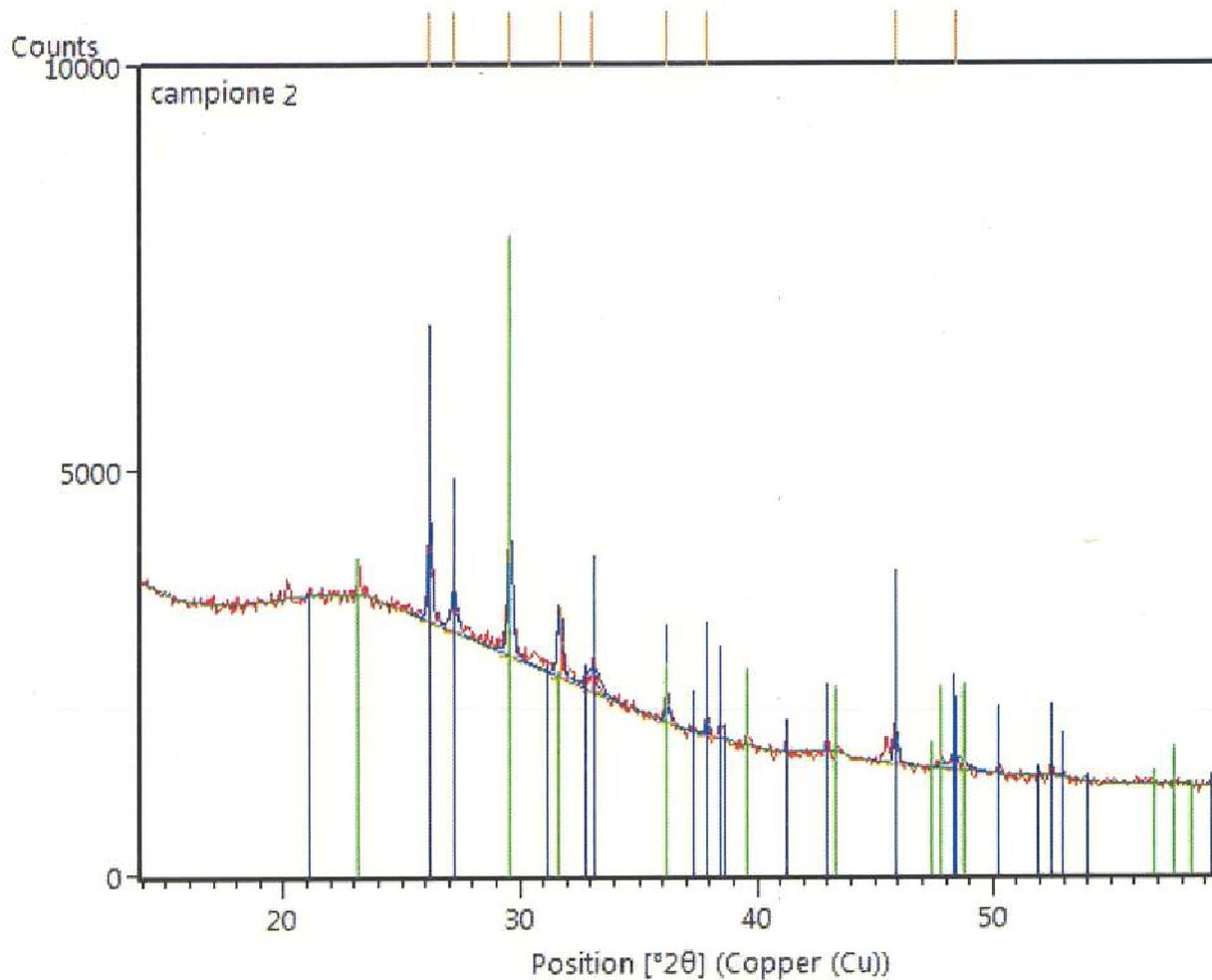


Halite +++ Aragonite ++ Calcite +





Campione 2

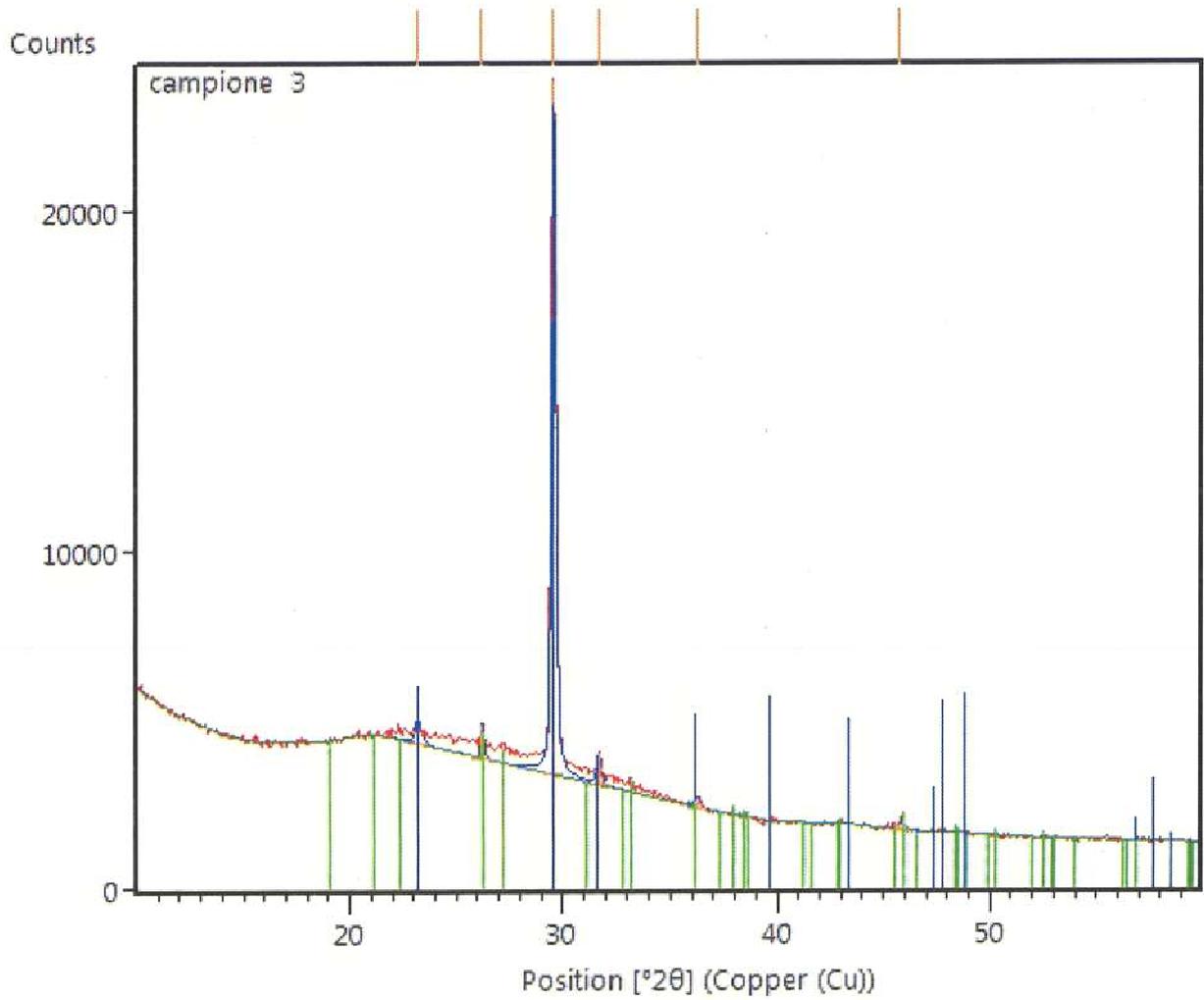


Aragonite +++ Calcite +++





Campione 3

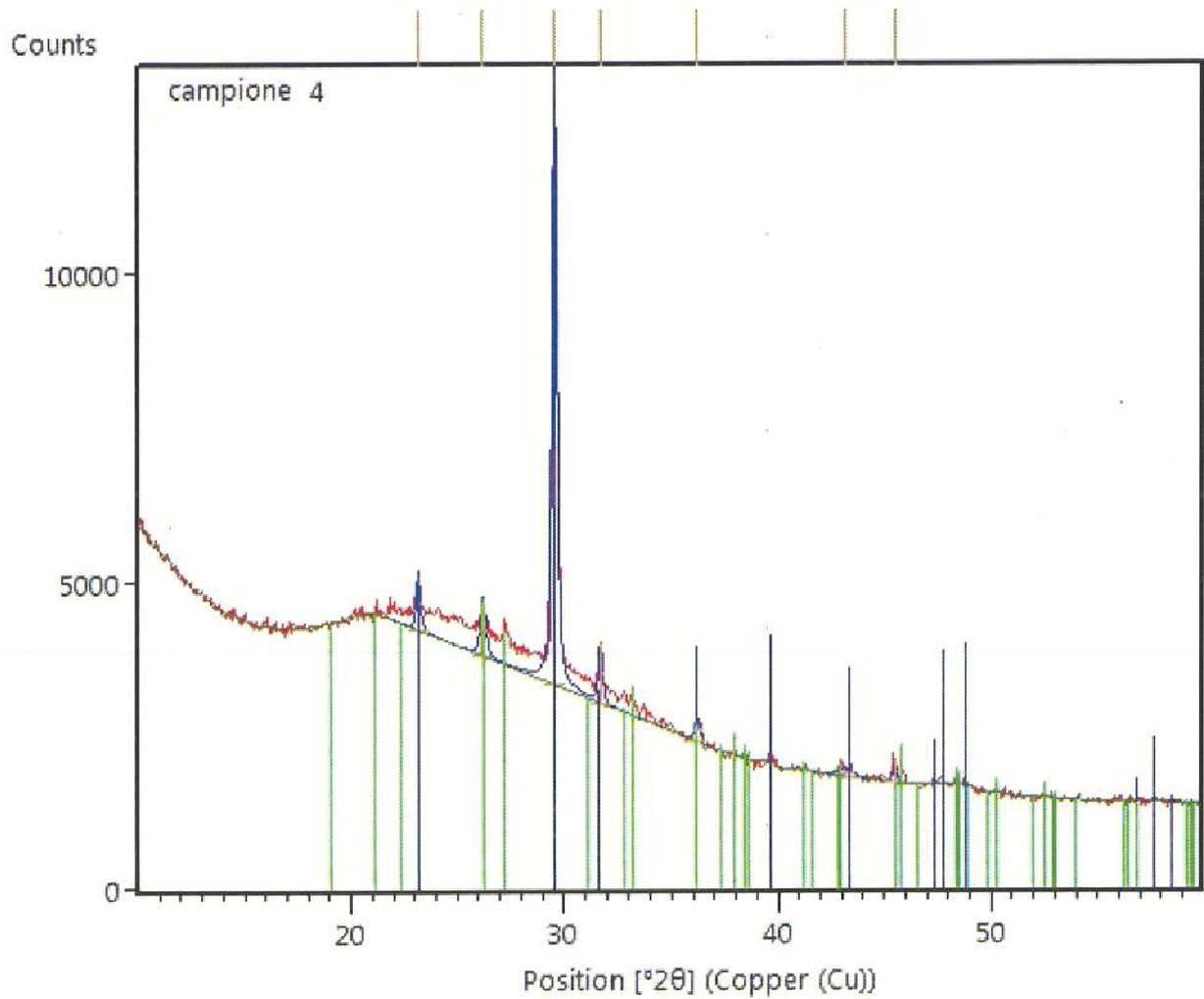


Aragonite + Calcite +++





Campione 4

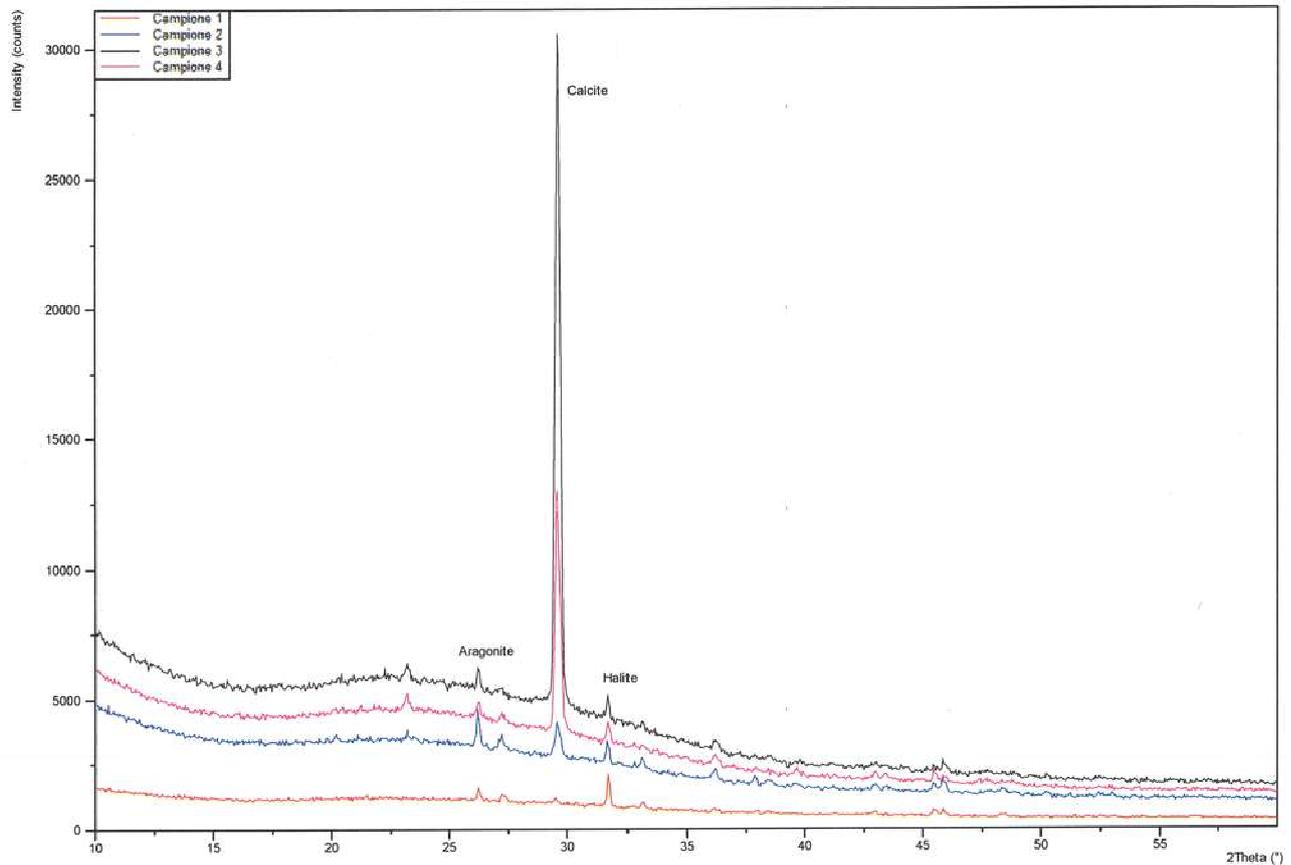


Aragonite + Calcite +++





Confronto tra i diffrattogrammi



Dal confronto tra i diffrattogrammi dei quattro campioni si evince chiaramente come i campioni 3 e 4, probabilmente a causa di un maggiore spessore del preparato, abbiano fornito le intensità maggiori in termini di cps, ma poiché l'analisi è da considerarsi solo come semiquantitativa le indicazioni ottenute restano valide a prescindere dall'intensità dei picchi.

Il Responsabile Scientifico
(ing. Bartolomeo Megna)

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
(Prof. Ing. Francesco Di Quarto)



Confronto tra i diffrattogrammi

