



PROGETTO REGIOLEGNO

CONTENTO TRADE SRL

Innovazione tecnologica per l'ambiente

Nuova tecnica per il consolidamento di reperti archeologici
lignei sommersi



OBIETTIVI

La ricerca intende sviluppare un processo di essiccazione assolutamente innovativo basato sulla tecnologia D.I.C (decompressione istantanea controllata).

La tecnologia D.I.C. consiste in un processo di passaggio istantaneo da condizioni di alta temperatura ed alta pressione sino al vuoto. Questo repentino passaggio provoca la microalveazione (formazione di micropori) e una leggera disidratazione del prodotto trattato.

La tecnica proposta in questa ricerca consiste nell'utilizzo di sequenze di trattamento D.I.C. in modo da provocare una disidratazione completa del legno trattato: le condizioni di vuoto finale raggiunto sono però tali da provocare l'istantaneo congelamento dell'acqua contenuta nel legno trattato, che mantiene immutata la sua forma senza subire le deformazioni derivanti da un congelamento più lento come nel caso della liofilizzazione.

La tecnica completa di consolidamento di un reperto archeologico ligneo sommerso che verrà utilizzata in questa ricerca prevede quattro fasi d'intervento:

- ✓ valutazione livello degrado legno;
- ✓ impregnazione del legno con amidi e derivati;
- ✓ trattamento termico intermedio (debatterizzazione del reperto e polimerizzazione amidi);
- ✓ disidratazione finale del manufatto.

L'effetto finale sarà l'ottenimento di un manufatto ligneo:

- ✓ impregnato con amido gelificato per ricreare la struttura fibrosa dell'antica cellulosa;
- ✓ che ha conservato il colore del legno originale (evitando di assumere il colore scuro tipico della tecnica PEG + liofilizzazione);
- ✓ che ha conservato un'ottima stabilità dimensionale (almeno 90% delle dimensioni originali);
- ✓ che non evidenzia microfessurazioni imputabili al congelamento della struttura.

Questa tecnica di impregnazione e consolidamento del legno archeologico presenta prospettive applicative nettamente superiori a quelle dei trattamenti con il PEG + liofilizzazione (miglior tecnica attualmente sul mercato, molto costosa e lunga).



RISULTATI OTTENUTI

Impianto per trattamento di disidratazione a bassa temperatura

La progettazione dell'impianto per la disidratazione a bassa temperatura in scala laboratorio è stata effettuata presso la sede di Campofornido.

Il macchinario è costituito da quattro componenti principali:

1. riserva di vuoto
2. reattore di trattamento di disidratazione
3. gruppo di generazione del vuoto spinto
4. generatore di vapore a bassa pressione
5. sistema di controllo e termostatazione del flusso di vapore nella camera di trattamento

La riserva di vuoto è costituita da un serbatoio in acciaio inox AISI 304 di forma cilindrica del volume di circa 1000 litri, coibentato con schiuma poliuretana.

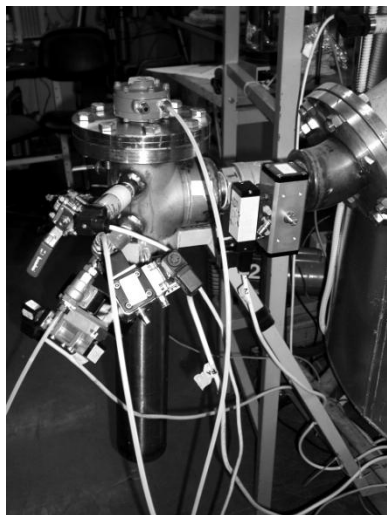
Questa riserva era già presente presso l'azienda prima dell'inizio della ricerca in quanto parte integrante del macchinario utilizzato per le sperimentazioni del progetto Craft WEST.



Riserva di vuoto

Il reattore di trattamento è connesso alla riserva di vuoto mediante una valvola DN 40 a sfera ad attuazione pneumatica con la lente in acciaio inox AISI 316 e corpo in ghisa.

Il reattore è costituito da una camera cilindrica superiore, in acciaio inox AISI 316, solidale con la valvola, connessa mediante una ghiera asportabile con un scambiatore termico anch'esso cilindrico e in acciaio inox.



All'interno del reattore e dello scambiatore è posizionato concentricamente un tubo in plastica dotato di griglia portacampioni.

Sopra al reattore è posta una ventola azionata da un motore pneumatico ad elevata frequenza. Il sistema è strutturato in modo da consentire il passaggio di un flusso di fluido coassiale da utilizzare per riscaldare il campione: il calore viene recuperato nella parte esterna del circuito, attraverso la parete dello scambiatore e viene quindi ceduto nella parte interna del circuito al campione in fase di trattamento.

Gruppo generazione vuoto



Il gruppo di generazione del vuoto è costituito da:

- 1) pompa a vuoto tipo ad anello liquido Ing. Centra mod. VPH 40080 per alto vuoto viene alimentata a 380 V ~;
- 2) eiettore ad aria con valvola di regolazione flusso;
- 3) soffiatore Ing. Centra CB103;
- 4) intelaiatura di assemblaggio, valvolame e quadro elettrico per la gestione del gruppo.

I primi due componenti erano già disponibili prima dell'inizio della ricerca mentre gli altri sono stati acquistati e realizzati nell'ambito della presente ricerca.

Generatore di vapore a bassa pressione

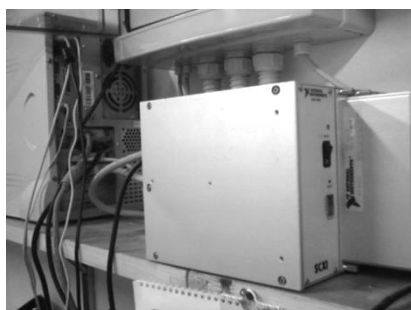
Il generatore di vapore a bassa pressione è costituito da un bagno termostatico dotato di termostato analogico di precisione in cui è immersa una beuta con acqua distillata, connessa alla camera di trattamento mediante un breve tratto di tubazione coibentata.



Gruppo di termostatazione del reattore

Il gruppo di termostatazione del reattore è costituito da una vasca termostatica con regolatore analogico in cui è immerso lo scambiatore del reattore. Per migliorare l'efficienza di scambio la vasca è dotata di un dispositivo per l'emissione di ultrasuoni in fase di riscaldamento.

Il macchinario è totalmente automatizzato mediante il sistema di controllo e acquisizione dati National Instruments costituito dallo chassis SCXI 1000, dai moduli SCXI 1163R per il controllo delle elettrovalvole con la morsettiera SCXI 1326 e SCXI 1122 per l'acquisizione dati con la morsettiera SCXI 1322 gestiti dal programma Ni-DAQ 6.7 ed è programmata mediante il programma LabView 5.1 della National Instruments.



Le valvole vengono comandate da relè monostabili a 24 Volt 50 Hz.

Il programma di gestione della macchina permette di effettuare una disidratazione mediante cicli di decompressione istantanea controllata a bassa temperatura a frequenza variabile. La decompressione può essere abbinata a cicli di riscaldamento con vari fluidi (aria, azoto, vapore, miscela aria/vapore) condizionati mediante il sistema di termostatazione.

PROSPETTIVE DI MERCATO

Sulla base dei test condotti in laboratorio è possibile affermare che il processo di disidratazione DIC a bassa pressione presenta indubbi vantaggi rispetto alla tradizionale liofilizzazione:

- ✓ una riduzione di oltre il 50% dei consumi energetici di processo;
- ✓ una riduzione del 75% dei tempi di trattamento, con corrispondente riduzione dell'incidenza dei costi di impianto;
- ✓ una migliore scalabilità ed espansibilità del sistema.

Gli impianti DIC sono intrinsecamente sicuri (lavorano sempre in depressione) ed il sistema di disidratazione usato agisce su tutto il volume del manufatto trattato, non solo sulla sua superficie esterna, come avviene nella liofilizzazione. Questo



fatto dovrebbe permettere migliori performance nel trattamento di elementi di dimensioni standard.

Il raggiungimento dei livelli di alto vuoto richiesti da questa tecnologia richiede l'impiego di macchinari piuttosto costosi (soffiatori) e consumi energetici superiori di oltre il 50% rispetto al tradizionale processo Arkè per cui non è indicata per il trattamento di legname archeologico con valori di MWC inferiori al 500%, dove i risultati della tecnologia Arkè sono buoni.

Questo processo risulta invece decisamente interessante sia dal punto di vista tecnico che da quello economico per il legname caratterizzato da valori più elevati di MWC in quanto i risultati hanno evidenziato che le proprietà dei manufatti ottenuti sono addirittura migliori di quelle della convenzionale e costosa liofilizzazione.

Le sperimentazioni effettuate in laboratorio non consentono di effettuare stime precise sui costi di un impianto DIC a bassa pressione (a tal fine saranno necessarie ulteriori ricerche e, probabilmente, la realizzazione di un impianto a taglia pilota) ma i consumi energetici garantiscono da soli ottime prospettive di penetrazione sul mercato a questa nuova tecnologia complementare rispetto al trattamento Arkè.

L'impatto ambientale di un processo di consolidamento e restauro di manufatti lignei ha di per sé un impatto ambientale assoluto scarsamente rilevante, data la limitatezza del suo campo di applicazione.

Il processo proposto in questa ricerca presenta comunque importanti riduzioni dei consumi energetici rispetto ai trattamenti concorrenti (liofilizzazione, come sopra descritto) e risulta pertanto decisamente preferibile anche dal punto di vista ambientale.

Il processo sviluppato in questa ricerca necessita di alcuni miglioramenti e di approfondimenti prima di essere introdotto nel mercato. In particolare dovrà essere valutato in maniera più precisa ed accurata l'effetto di alcuni parametri fondamentali per le applicazioni pratiche della tecnologia, come la dimensione dei manufatti da trattare.

Se l'effetto del cambiamento di scala confermerà il trend dei risultati preliminari ottenuti in laboratorio per piccoli incrementi, potrà essere definito in dettaglio un primo prototipo di impianto in scala pilota da utilizzare per le verifiche finali del processo. Inoltre dovrà essere valutata la possibilità di gestire in maniera diversa il processo di disidratazione, senza ricorrere sistematicamente all'energia



meccanica delle pompe a vuoto e puntando magari su sistemi di condensazione nella riserva per mantenere bassa la pressione.

Il processo di disidratazione così sviluppato consentirebbe una consistente riduzione dei consumi energetici di processo e potrebbe avere un campo di applicazione assai più vasto di quello del trattamento di reperti lignei archeologici e sarà probabilmente oggetto di una nuova ricerca aziendale.