

*Come un piccolo cantiere di restauro si trasforma in un laboratorio per la sperimentazione di tecniche di intervento e materiali altamente compatibili con quelli tradizionali. Con notevoli risultati e, non ultimo, senza gravare sui costi.*

# UN RESTAURO COMPATIBILE

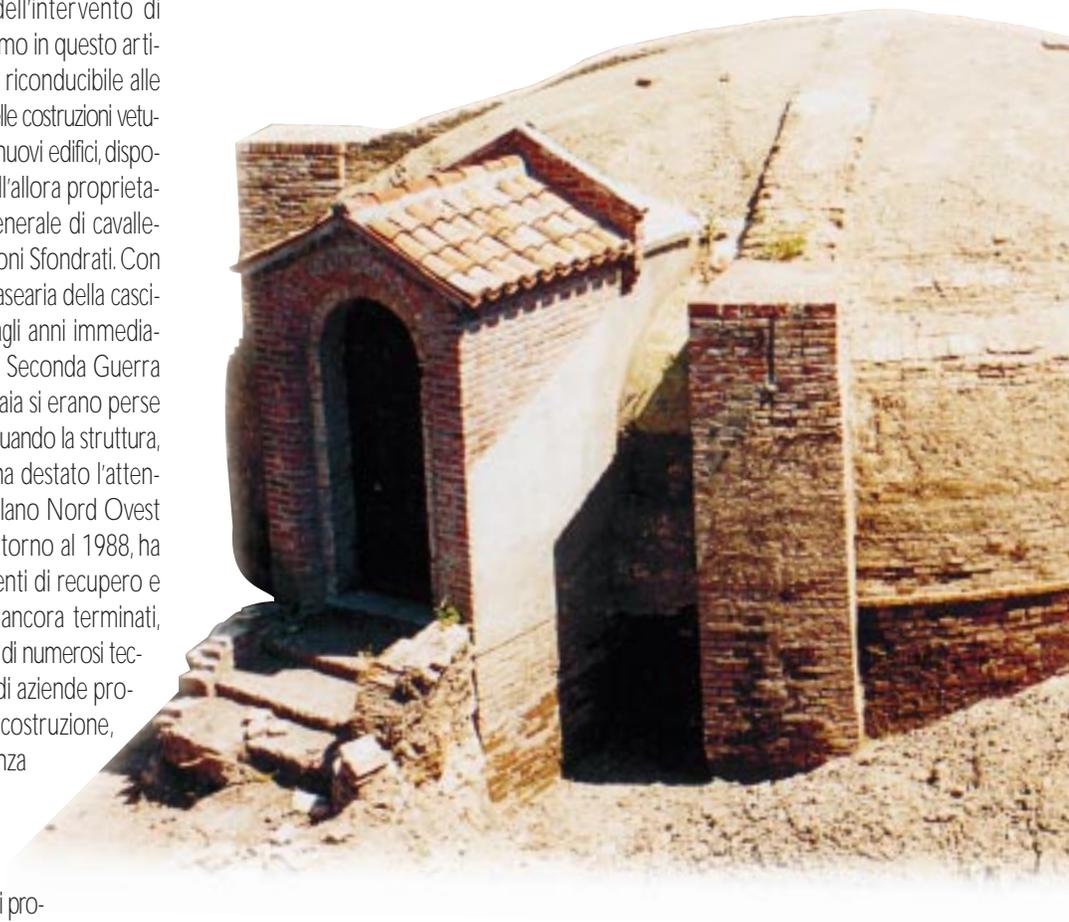
Roberto Negri

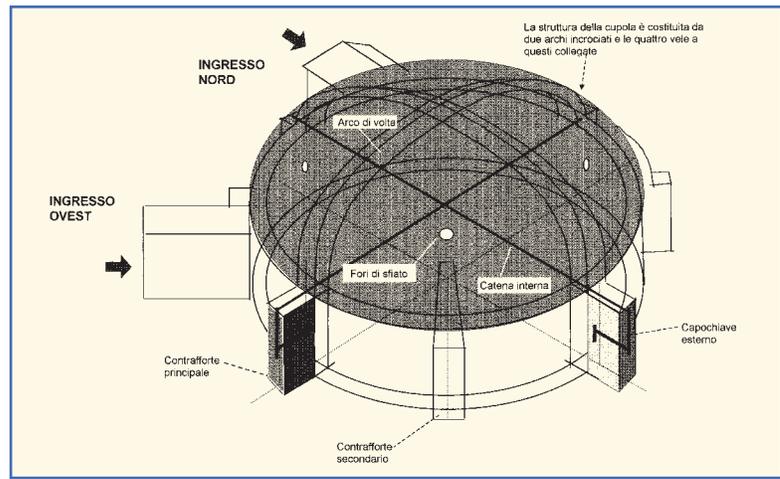
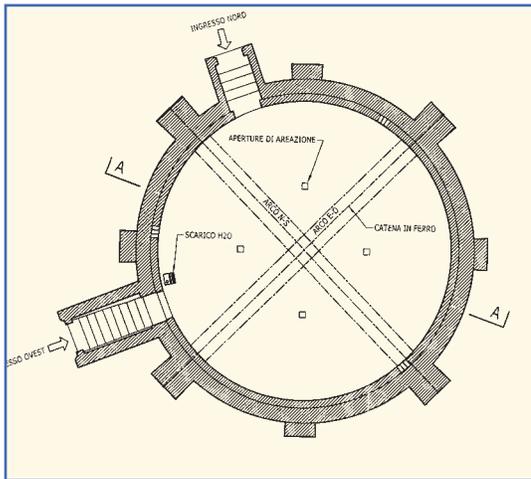
L'edificazione della ghiacciaia a servizio dell'attività casearia della cascina Favaglie, oggetto dell'intervento di restauro che presentiamo in questo articolo, è probabilmente riconducibile alle opere di demolizione delle costruzioni vetuste e di edificazione di nuovi edifici, disposta attorno al 1830 dall'allora proprietario dell'area, il duca generale di cavalleria Ferdinando Serbelloni Sfondrati. Con il cessare dell'attività casearia della cascina, avvenuta intorno agli anni immediatamente precedenti la Seconda Guerra mondiale, della ghiacciaia si erano perse tracce e notizie fino a quando la struttura, così come la cascina, ha destato l'attenzione della sezione Milano Nord Ovest di Italia Nostra, che, attorno al 1988, ha dato corso agli interventi di recupero e restauro. Questi, non ancora terminati, hanno visto il concorso di numerosi tecnici volontari nonché di aziende produttrici di materiali da costruzione, che in questa esperienza hanno intravisto la possibilità di verificare l'efficacia di alcune linee di prodotto specificamente destinate all'u-

tilizzo su strutture realizzate secondo canoni e con materiali dell'antica tradizione. Questi i risultati.

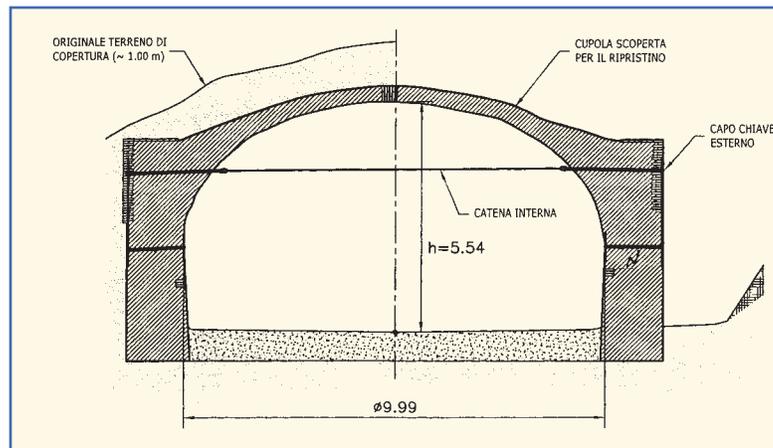
## La situazione di partenza

► La ghiacciaia, originariamente coperta da uno strato di circa un metro

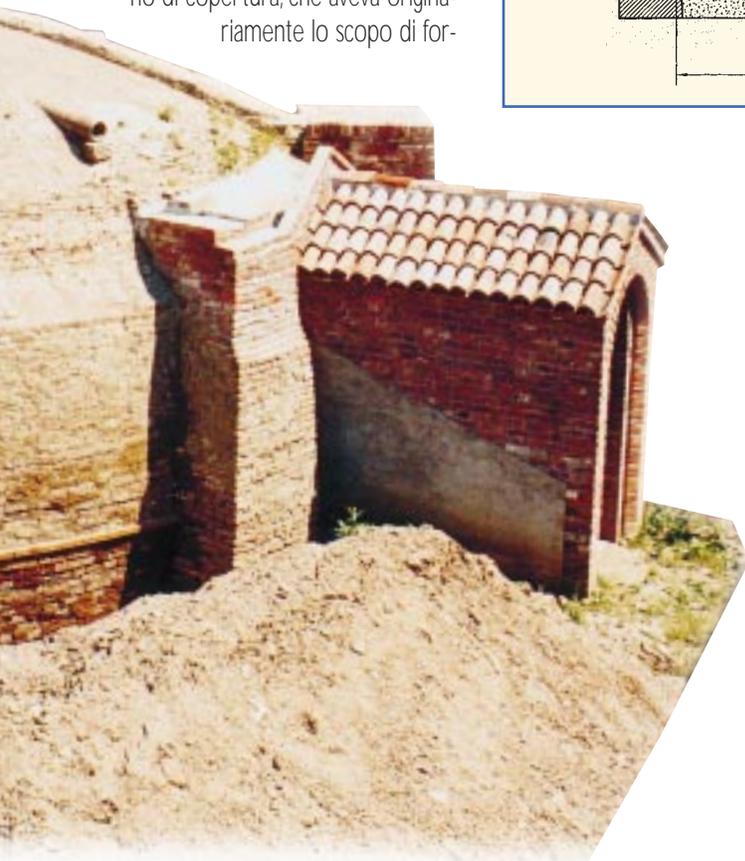




di terreno, una volta scoperta evidenziava una situazione di estremo degrado, in particolare per quanto concerne la cupola, dove gli ammaloramenti interessavano diffusamente sia le nervature degli archi di sostegno che una fascia perimetrale della cupola stessa, per un'ampiezza di circa due metri. La vegetazione arbustiva ed arborea presente sul terreno di copertura, che aveva originariamente lo scopo di for-



*Nei disegni, la planimetria della ghiacciaia e le sezioni.*



nire ombra ed isolamento termico alla ghiacciaia, si era enormemente diffusa col passare del tempo a causa dello stato di abbandono in cui versava la costruzione, sviluppando un apparato radicale molto distribuito e profondo che, nella ricerca degli strati con maggiore umidità, una volta attraversato il terreno si era infiltrato nella sottostante muratura di mattoni costituente la volta. Lo strato della muratura degradata da queste infiltrazioni vegetative arrivava a spessori che, nelle parti perimetrali della calotta, raggiungevano anche i 30 centimetri.

La muratura era costituita da mattoni in cotto di varie dimensioni (dal mattone da muro e da altri di basso spessore, i cosiddetti Madoni delle aree lombarde), tenuti insieme da una calce naturale molto magra, con la presenza di ciottoli, ghiaietto e con l'interposizione di numerosi calcinaroli, dovuti ad una affrettata lavorazione della calce. La parte di sommità della cupola (le vele comprese tra i quattro semiarchi, in discrete condizioni) presentava solamente degradi nella cappa di copertura; questa, dello spessore di circa 6 centimetri, era costituita da un conglomerato ad inerti grossolani (5 - 15 mm) particolarmente magro in legante, coadiuvato da un intonachi-

La muratura perimetrale, per una fascia di circa 2 metri, era gravemente danneggiata. (foto sotto)

Anche alcune zone della volta erano degradate, pertanto sono state eliminate le parti vegetali, la muratura degradata, ed è stata ricostruita la struttura utilizzando calce idraulica naturale e vecchi mattoni recuperati. (foto a sinistra)

Alcune vele della volta erano in pessimo stato, pertanto si è intervenuto sempre con prodotti cementizi. Visibili i tubicini posti sulla fessura all'ingresso Ovest. (foto a destra)

no superficiale più ricco con lo scopo di mantenere assemblato questo particolare rivestimento.

## L'intervento di restauro

► Negli interventi di restauro concernenti opere storiche o d'epoca, gli orientamenti tecnologici hanno da tempo individuato i pericoli connessi con l'impiego di sistemi contraddistinti da eccessive

caratteristiche di "rigidità" e con le possibili interazioni negative, soprattutto riconducibili ai leganti a base cementizia.

I materiali di origine degli edifici in questione (malte, mattoni, elementi litoi, ecc.) sono in genere solidi molto porosi che presentano un intricato insieme di caratteristiche positive e negative: da un lato, sono meccanicamente deboli, dall'altro sono elasticamente defor-

mabili; per un verso sono molto permeabili all'acqua, per l'altro hanno eccellenti caratteristiche di permeabilità al vapore, e quindi sono efficacemente traspiranti. I materiali leganti proposti dalla moderna industria, invece, sono in genere più resistenti meccanicamente, ma meno capaci di deformarsi elasticamente, e risultano meno permeabili all'acqua ma, contemporaneamente, forniscono inadeguate prestazioni di permeabilità al vapore. L'accoppiamento acritico tra i materiali leganti moderni ed il tessuto murario esistente è quindi evidentemente da evitare, per non incorrere nelle conseguenze di incompatibilità di tipo fisico - meccanico e nei rischi di interazioni pericolose sopra ricordate.

Nelle murature d'epoca, inoltre, assimilabili alle strutture della ghiacciaia, la possibile presenza di pietre da gesso o di calcari che hanno subito nel tempo alterazioni di gessificazione indotte dagli inquinanti atmosferici può portare, per reazione con i prodotti di idratazione del cemento, alla formazione di composti pericolosi, quali thaumasite o ettringite, caratterizzati da tensioni espansive in grado di prevalere sulle resistenze meccaniche del tessuto murario.

Stante la debole coesione del tessuto murario costituente la ghiacciaia, e considerati gli aspetti negativi che l'impiego di materiali moderni poteva comportare (che, fra l'altro, sono stati verificati anche in via sperimentale), si è ritenuto consigliabile il ricorso a materiali di ricostruzione caratterizzati dalla più elevata affinità possibile con quelli costituenti i corpi e gli involucri murari originari. In questa ottica, quindi, sono stati selezionati e utilizzati particolari conglomerati a base di calce idraulica per il confezionamento di malte da ricostruzione, allettamento, ecc., il cui mix design è stato indicativamente predefinito secondo quanto riportato nella tabella della pagina a fronte.

I conglomerati in questione, di tipo composito, oltre a presentare i livelli di affi-



Dettaglio del getto della cappa di protezione alla volta all'ingresso Ovest.

nità individuati come indispensabili, si avvalgono infatti del contributo di filler superpozzolanici volti a conseguire elevate caratteristiche di stabilità, impermeabilità intrinseca, resistenza agli agenti atmosferici, ecc., nonché del presidio coesivo ed antifessurativo, tridimensionalmente diffuso, rappresentato dalle fibre di tipo polipropilenico e di fibre naturali di agave Sisalana.

### ► La successione delle fasi Ripristino della calotta perimetrale e degli archi di sostegno

La necessità di ricostruire l'integrità strutturale della calotta ha comportato un difficile e paziente lavoro di pulizia e bonifica, con una procedura graduale applicata di volta in volta ad aree circoscritte al fine di non incidere sulla stabilità delle volte, che ha previsto tra l'altro il distacco ed il momentaneo accantonamento dei mattoni non ancorati.

In particolare, per il ripristino della calotta perimetrale e degli archi di sostegno si è dovuto procedere inizialmente

alla pulizia generale con acqua a bassa pressione, ivi compresa la rimozione delle parti incoerenti nonché la rimozione e l'accantonamento dei mattoni in distacco.

Dalle superfici sono state inoltre rimosse le parti vegetali intrusive, e si è infine provveduto alla pulizia finale della muratura residuale saldamente ancorata.

La successiva fase dell'intervento è consistita nell'applicazione a spruzzo di uno specifico consolidante minerale (Sanastark), finalizzata al ripristino e alla ricostruzione dei legami labilizzati del tessuto murario; a questa è quindi seguita la selezione dei mattoni, con sostituzione di quelli di cattiva cottura, e soprattutto la messa in opera e ricostruzione della volta, nel rispetto della giacitura originale dei mattoni, con utilizzo della malta composita fibrorinforzata a base

Componenti	A		B	
	Malte per allettamenti e ricostruzioni		Betoncini per massetti resistenti	
	Kg (*)	Kg (*)	Kg (*)	Kg/m <sup>3</sup>
Calce idraulica naturale (Calcesana**)	80	75	75	400
Filler superpozzolanico (Idrosana**)	10	15	15	50
Sabbia	320	160	160	1600
Ghiaietto	---	160	160	---
Fibre (Sanasis**)	0,2	0,2	0,2	1
Acqua	45	50	50	225
Totale	435,2	460,2	460,2	2276

di calce idraulica (definita nella colonna A della tabella).

### Ripristino delle vele

Anche per il ripristino delle vele è risultato necessario provvedere, in via preventiva, ad una pulizia generale delle superfici con acqua a bassa pressione al fine di rimuovere le parti ammalorate ed incoerenti. Previa messa in opera di una rete elettrosaldata, si è quindi proceduto anche in questo caso all'applicazione a spruzzo di un apposito consolidante minerale per ricostituire i legami del tessuto murario; sul sottofondo così ottenuto si è infine proceduto alla posa in opera e lisciatura a frattazzo di un betoncino composito fibrorinforzato, a base di calce idraulica naturale Calcesana, filler superpozzolanico Idrosana, sabbia, fibre Sanasis e acqua.

A conclusione dell'intervento, per garantire nel tempo una maggiore omogeneità strutturale degli archi e delle vele (che in alcune parti presentano consistenti deformazioni) è prevista la costruzione di una cappa protettiva, ancorata alla struttura sottostante, posta sulla cupola e sugli archi di sostegno. La costruzione della cappa di rinforzo è prevista sin d'ora sulla base degli assunti tecnologici e degli specifici prodotti che sono stati adottati per i restauri già effettuati.

(\*) quantitativo indicativamente necessario per la preparazione in cantiere di circa 200 litri di miscela  
(\*\*) Calcesana, Idrosana, Sanasis e Sanastark sono prodotti della linea Sanageb di Azichem.

Anche tutti gli archi sono stati restaurati, perchè gravemente degradati. (foto a lato)



## TUTTI I NOMI DELL'INTERVENTO

Località: **Cornaredo Mi**  
 Oggetto dell'intervento: **Recupero strutturale ghiacciaia Cascina Favaglie San Rocco Comune di Cornaredo**  
 Proprietà: **Italia Nostra - Sez. Milano Nord Ovest**  
 Committente: **Parco Sud Milano**  
 Finanziamenti: **Geom. Giuseppe Ghidorzi**  
 Direzione Tecnica: **Azichem - Goito Mn**  
 Azienda fornitrice prodotti:

**L'intervento di recupero della ottocentesca ghiacciaia sita in località Cascina Favaglie San Rocco, nei pressi di Milano, si avvia ormai alla conclusione. Sempre grazie all'utilizzo di materiali naturali pienamente compatibili con le preesistenze, e a tecniche di intervento che ricalcano fedelmente quelle tradizionali. Rivedute alla luce delle moderne tecnologie.**

# RECUPERO IN CORSO

Roberto Negri

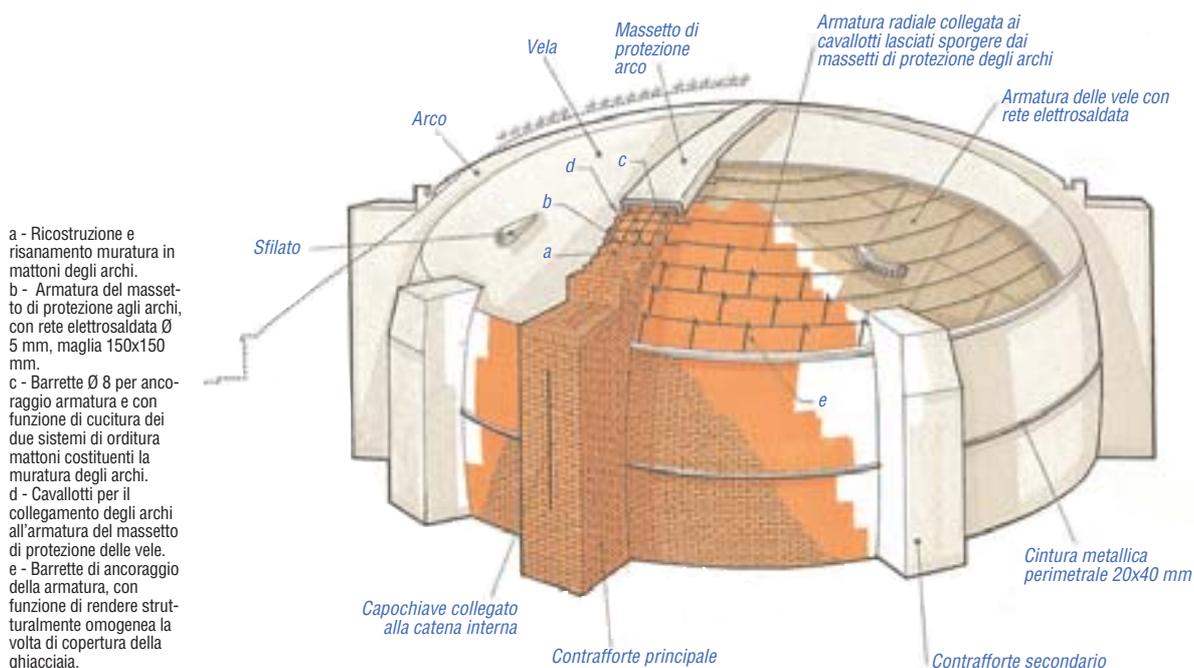
**C**ome i nostri lettori ricorderanno, nel numero 105 della nostra rivista avevamo preso in esame un intervento di recupero, in corso su una ghiacciaia parte di un ex complesso rurale sito nell'hinterland milanese, risultato di particolare interesse per le tecniche e i materiali utilizzati, appositamente selezionati in modo da risultare il più possibile compatibili

con quelli preesistenti. A quasi un anno di distanza siamo ritornati in cantiere per verificare sia il comportamento in opera delle soluzioni adottate nella prima fase (consistente nel ripristino della muratura degradata dell'anello perimetrale e della cappa in calcestruzzo magro presente sulle vele), sia per seguire la parte conclusiva dei lavori. Che hanno avuto un esi-

to decisamente positivo, come vedremo nelle prossime pagine.

## **Le problematiche affrontate**

I lavori e le ricerche hanno consentito di reperire maggiori informazioni sugli aspetti esecutivi della ghiacciaia, anche se il suo utilizzo agreste ha comportato il ricorso a metodi "rustici", eminen-





temente pratici, con l'adozione di tecnologie anomale rispetto agli usuali canoni classici, propri di altre costruzioni di indirizzo più nobile.

L'analisi dell'interno della volta a cupola, in particolare, ha permesso di constatare che non si trattava di una struttura costruita in maniera omogenea, con la disposizione radiale dei mattoni ad anelli concentrici: i mastri esecutori, forse per evitare la costruzione di un cassero sottostante, complesso, fecero ricorso ad un metodo particolare, eseguendo due singole arcate che, disposte a crociera, venivano a collegarsi alla sommità della volta. Una volta eseguiti questi archi, lasciando lateralmente a questi le adeguate chiamate, si diede corso alla costruzione di quattro spicchi di cupola definibili come "vele", rimasti tra gli archi.

Tale constatazione fornisce anche una spiegazione in ordine alla funzione svolta dalle grosse catene che erano state messe in opera, apparentemente non indicate per una struttura a cupola: i due sistemi di archi isolati non disponevano di sufficienti masse murarie di spalla atte a convogliare le spinte entro il nocciolo della sezione di base, e ciò aveva conseguentemente richiesto l'esecuzione dei quattro contrafforti e la messa in opera di cate-



ne atte a contenere le spinte degli archi. Si è potuto verificare che le catenarie erano state posate in maniera corretta, non alla base della volta ma a circa un terzo dell'altezza, per evitare il rigonfiamento della volta sovrastante che altrimenti ne sarebbe conseguito. Nel corso degli accertamenti sono state inoltre riscontrate alcune fessurazioni interessanti la cupola, in corrispondenza dei due ingressi e dove questi determinano l'interruzione costruttiva dell'omogeneità dell'anello perimetrale.

Nel 1990 è stato posto in opera un sistema di spie di controllo, posizionato trasversalmente alle due principali fessure, con lo scopo di verificare l'eventuale progredire delle fessure in questione. Il monitoraggio è stato effet-

tuato mantenendo periodicamente sotto osservazione la condizione delle spie ed ha consentito di accertare che non si era verificata alcuna rottura dei vetrini. Tali misurazioni permettono di considerare realisticamente conclusa la parte significativa del processo di assestamento indotto da traversie di varia natura succedutesi dal tempo della sua edificazione.

Naturalmente, pur essendo la struttura staticamente stabile ed idonea alla agibilità, per assicurare la durabilità si sono

resi necessari alcuni interventi di ripristino e rinforzo, atti a sopperire nel lungo periodo al normale degrado delle componenti strutturali.

Dopo una prima fase, consistita nel ripristino della muratura degradata dell'anello perimetrale e della cappa in calcestruzzo magro presente sulle vele, i lavori – sempre curati dalla sezione locale di Italia Nostra – sono proseguiti con il ripristino degli archi e la formazione di un massetto protettivo sulle vele: tale fase, in particolare, si è svolta secondo le modalità che descriviamo di seguito.

## ***Gli archi***

Queste particolari strutture, costituenti la tessitura portante della volta, erano state costruite mediante differenti orditure di mattoni, un primo corso con i

Malte per allettamenti e ricostruzioni (colonna a)				
Componenti	A		B	
	Malte per allettamenti e ricostruzioni		Betoncini per masseti restenti	
	Kg (*)	Kg (*)	Kg (*)	Kg/m <sup>3</sup>
Calce idraulica naturale (Calcesana**)	80	75	75	400
Filler superpozzolanico (Idrosana**)	10	15	15	50
Sabbia	320	160	160	1600
Ghiaietto	---	160	160	---
Fibre (Sanasis**)	0,2	0,2	0,2	1
Acqua	45	50	50	225
<b>Totale</b>	<b>435,2</b>	<b>460,2</b>	<b>460,2</b>	<b>2276</b>

*Nella tabella a lato: i dosaggi indicati sono riferiti all'ottenimento di 1 litro di malta fresca. Il ricorso all'aggiunzione di cemento è stato reso necessario dalle contingenze climatiche (temperature rigide). Al fine di evitare cementi con addizioni incontrollate è stato scelto il cemento bianco poiché la necessità cromatica impedisce aggiunte non desiderate. L'aggiuntivo stabilizzante IDROSANA è stato utilizzato per ottenere boiacche caratterizzate, nello stesso tempo, da elevati valori di scorrevolezza e stabilità dimensionale. Il conseguimento di boiacche estremamente scorrevoli, con rapporti acqua / leganti prossimi a 0,3 costituisce una significativa conferma della correttezza delle scelte effettuate.*

*Sopra, il dosaggio indicato consentiva di ottenere circa 200 litri di betoncino fresco. Nella realtà esecutiva, per agevolare le operazioni di dosaggio e confezionamento, i dosaggi indicati sono stati dimezzati.*

Boiacche per il fissaggio delle barre di ancoraggio	
Componenti	dosaggio (kg/litro)
calce idraulica naturale Calcesana	0,770
cemento bianco 32,5 R	0,770
aggiuntivo stabilizzante Idrosana	0,230
Acqua	0,490

Betoncini per la copertura delle vele	
componenti	dosaggio in kg
calce idraulica naturale Calcesana	50,00
cemento bianco 32,5 R	25,00
aggiuntivo stabilizzante Idrosana	10,00
sabbia 0,5 - 3 mm	102,00
ghiaietto	133,00
sabbia di argilla espansa	13,00
fibre Sanasis	0,20
Acqua	40,00
<b>Totale</b>	<b>372,30</b>

mattoni disposti di costa, in senso radiale alla curvatura della volta, ed un secondo corso, sovrastante il primo, con spessore crescente man mano che ci si avvicina ai contrafforti e con disposizione dei mattoni in senso orizzontale; questa seconda muratura, era, naturalmente la più interessata dai processi di degrado. Come per la muratura perimetrale si è provveduto alla rimozione di tutte le parti degradate e incoerenti, al lavaggio della muratura bene ancorata, seguita dalla messa in opera dei mattoni mediante l'uso di una specifica malta di allettamento (come riportato nella prima tabella in alto). A protezione di questo risanamento è stato eseguito poi il getto di un massetto di betoncino armato con rete Ø 5 150x150 ancorata alla

struttura sottostante mediante barrette Ø 8, fissate, in fori Ø 24 mediante apposite boiacche ad elevata stabilità. Le barrette, oltre a servire da ancoraggio per l'armatura del massetto, svolgono anche il compito di cucire i due sistemi di muratura sottostanti il massetto stesso. L'armatura dell'arco è stata integra-

ta da cavallotti sporgenti lateralmente all'arco, per il collegamento con l'armatura delle vele; per il getto è stato invece approntato un particolare cassero in compensato da 16 mm con particolari "minigonne" in lamiera zincata, predisposte al fine di agevolare la movimentazione e nell'impiego dei "getti" dei quattro semiarchi.

## Le vele

La configurazione della curvatura della volta, come risulta dai molteplici rilievi eseguiti, è caratterizzata da alcune deformazioni che spingono il profilo verso l'interno della ghiacciaia. Dopo i lunghi monitoraggi, appare molto probabile che questi rigonfiamenti siano di natura plastica, forse dovuti alla disposizione sub-orizzontale dei mattoni di rinfiacco alla muratura perimetrale; di conseguenza, così come per gli archi, gli ancoraggi del massetto di rinforzo e protezione delle vele hanno anche il compito di cucire e rendere strutturalmente omogeneo tutto l'insieme della muratura costituente la volta di copertura della ghiacciaia. Le iniezioni di intasamento delle barre di ancoraggio, come si è potuto notare dagli assorbimenti di materiale, sono servite anche a riempire i vuoti presenti nella muratura della corona perimetrale. L'armatura della vela è stata eseguita posando anelli concentrici di ferri Ø 8

## TUTTI I NOMI DELL'INTERVENTO

Località:  
Oggetto dell'intervento:

Proprietà:  
Committente:  
Finanziamenti:  
Direzione Tecnica:  
Azienda fornitrice prodotti:

**Cornaredo Mi**  
**Recupero strutturale ghiacciaia**  
**Cascina Favaglie San Rocco**  
**Comune di Cornaredo**  
**Italia Nostra - Sez. Milano Nord Ovest**  
**Parco Sud Milano**  
**Geom. Giuseppe Ghidorzi**  
**Azichem - Goito Mn**



collegati ai cavallotti lasciati sporgere dagli archi, e da una sovrastante rete elettrosaldata con maglia 50x50 Ø 3 mm. Per garantire lo spessore del getto all'attacco della calotta è stato fissato con tasselli espansivi Ø 6 un pro-

filo in lamiera zincata che, oltre a determinare lo spessore del massetto, ha notevolmente facilitato la messa in opera del betoncino in un punto a particolare pendenza. Fatto significativo, per consentire la movimen-

tazione dei tecnici sia durante la messa in opera delle armature che durante in getto sono state approntate apposite stagge in legno agganciabili alla rete di armatura. Il getto è stato eseguito senza particolari mezzi d'opera, anche perché la difficoltà della stesura del betoncino sulla superficie curva della volta richiedeva un impasto duro, plastico - rigido; la continuità del materiale fornito a secchi è stata garantita grazie all'impiego contemporaneo di due betoniere per il mescolamento dei diversi componenti. A conferma dell'accuratezza dei processi di cantiere, per garantire la corrispondenza dei dosaggi è stato demandato ad un tecnico il compito di pesare, misurare e predisporre tutti i componenti necessari a ciascun impasto effettuato. ■