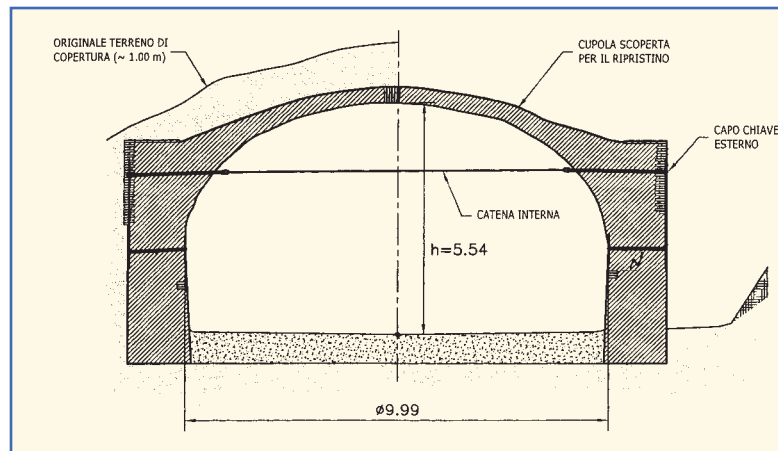


di terreno, una volta scoperta evidenziava una situazione di estremo degrado, in particolare per quanto concerne la cupola, dove gli ammaloramenti interessavano diffusamente sia le nervature degli archi di sostegno che una fascia perimetrale della cupola stessa, per un'ampiezza di circa due metri. La 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 ³
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: