

PROGETTO DEFINITIVO

“Valorizzazione della Conca delle Gabelle di via San Marco in Milano”

a cura dell'Istituto per i Navigli / Associazione Amici dei Navigli

istituto per
I NAVIGLI



associazione
AMICI DEI
NAVIGLI



FONDAZIONE
BANCA DEL MONTE
DI LOMBARDIA



a2a
energie in comune

Navigli Lombardi s.c.a.r.l.

Soggetto unico per la gestione e la valorizzazione del Sistema Navigli

PROGETTO DEFINITIVO

“Valorizzazione della Conca delle Gabelle di via San Marco in Milano”

a cura di **Istituto per i Navigli / Associazione Amici dei Navigli**

arch. Lucilla Malara

arch. Luciana Panzeri

ing. Alessandro Bombaci

arch. Roberto Bresil

arch. Fiorella Nerolini

geom. Stefano Provera

arch. Francesca Savoldelli

arch. Cecilia Vavalà

Dott.ssa Valentina Fragonara - Dott.ssa Alice Confalone

Con il contributo della

Fondazione Banca del Monte di Lombardia

Con la partecipazione di

A2A S.p.A., ing. Paolo Di Giorgio, dott. Eros Modolo

Navigli Lombardi s.c.a.r.l., Direttore Alessandro Meinardi

Beneficiario

Comune di Milano Arredo, Decoro Urbano e Verde

Consulenza Idraulica

ing. Maurizio Brown

Ing. Mauro Giaccherini - Studio d'Ingegneria Avigo & Palumbo

Consulenza Illuminotecnica

Marco Pollice – Pollice Illuminazione

Milano, luglio 2008

Istituto per i Navigli / Associazione Amici dei Navigli

Via Rasori, 12 | 20145 Milano | T. 02.48018230 | F. 02.48009788

amicideinavigli@fastwebnet.it | www.amicideinavigli.org

INDICE

1. CAPITOLO 1 RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OPERE DI RESTAURO

1.1. PREMESSA METODOLOGICA *pag. 6*

1.1.1. Metodologia

1.1.2. Fasi di progettazione del restauro

Analisi storica

Rilievo

Lettura dello stato di fatto

Progetto di conservazione

1.2. ANALISI STORICA *pag. 7*

1.3. RILIEVO *pag. 7*

1.4. LETTURA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE ATTUALE *pag. 8*

1.4.1 Generalità dell'edificio

1.4.2 Tronco XXII

1.4.2.1 Descrizione della sponda destra a monte delle portine

1.4.2.2 Descrizione della sponda sinistra a monte delle portine

1.4.3 Tronco XXIII

1.4.3.1 Descrizione del muro di sponda destra della conca di navigazione

1.4.3.2 Descrizione del muro di sponda sinistra della conca di navigazione

1.4.3.3 Descrizione dei fondi lignei delle camere delle porte e del canale

1.4.3.4 Descrizione delle portine vinciane lignee di monte

1.4.3.5 Descrizione dei portoni vinciani lignee di valle

1.4.3.6 Descrizione del ponte dell'Incoronata

1.4.3.7 Descrizione della sponda destra allo sbocco del ponte

1.4.3.8 Descrizione della sponda sinistra e della scala allo sbocco del ponte

1.4.3.9 Descrizione del casello di servizio in mattoni (inizio '900)

1.5. SCHEDE DEI MATERIALI PRESENTI NELLA CONCA *pag. 31*

1.6. SCHEDE DELLE TERMINOLOGIE DEI DEGRADI *pag. 35*

1.7. PROGETTO DI CONSERVAZIONE *pag. 43*

1.8. NOTA PER L'ESECUZIONE DEL RESTAURO *pag. 49*

2. CAPITOLO 2 RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLA FONTANA CANALE

2.1. CONTENUTI DEL PROGETTO DI RESTAURO *pag. 50*

2.2. AMBITO DEL PROGETTO *pag. 51*

2.2.1. *Oggetto dell'appalto*

2.2.2. *Progetto degli impianti*

2.2.3. *Designazione dei lavori*

2.3. SPECIFICHE PROGETTO E LOGICA DI GESTIONE DELL'ACQUA *pag.51*

2.3.1. *L'acqua*

2.3.2. *Il sistema*

2.3.3. *Vasche e vano tecnico*

2.4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO *pag.53*

2.5. SICUREZZA E PROTEZIONI *pag.53*

2.5.1. *Realizzazione e manutenzione*

2.5.2. *Conduzione ed uso*

2.5.3. *Mancanza di tensioni*

2.5.4. *Mancanza d'acqua*

2.5.5. *Eccedenza d'acqua*

2.5.6. *Protezione da atti vandalici e qualità dei materiali*

2.6. RIFERIMENTI NORMATIVI *pag.55*

2.6.1. *Altezza dell'acqua in vasca*

2.6.2. *Impianti elettrici*

2.6.3. *Filtraggio e trattamento dell'acqua*

2.7. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI *pag. 55*

2.7.1. *Elettropompe*

2.7.2. *Troppopieno e reintegri*

2.7.3. *Collettori, manufatti e pezzi speciali*

2.7.4. *Scatole di giunzione e passacavi*

2.7.5. *Sensori di livello*

2.7.6. *Quadri elettrici di controllo*

2.7.7. *Tubazioni e raccorderi*

2.7.8. *Valvolame*

2.8. METODOLOGIE DI COLLAUDO *pag.56*

2.8.1. *Portata delle elettropompe*

2.8.2. *Illuminazione*

2.8.3. *Ritorno di flusso*

2.8.4. *Funzionalità degli scarichi*

2.8.5. *Funzionalità dei reintegri*

2.8.6. *Verifica del controllo di livello*

2.8.7. *Verifica dei controlli di automatismo*

2.8.8. *Verifica impianto a regime e tolleranza dei manufatti*

2.9. GENERALITÀ *pag.57*

2.9.1. *Elementi dell'impianto di alimentazione e scarico della fontana*

2.9.2. *Dimensionamento degli impianti*

2.10. NORME ESECUTIVE PRINCIPALI *pag.59*

2.10.1 *Tubazioni*

2.10.2 *Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole*

2.10.3 *Posa in opera degli impianti*

2.10.4 *Pozzetti*

2.10.5 *Prova di tenuta dell'impianto / Messa in servizio*

2.10.6 *Installazione delle elettrovalvole*

2.11. ELENCO UTENZE *pag.61*

CAPITOLO 1

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OPERE DI RESTAURO

1.1 .PREMESSA METODOLOGICA

1.1.1. Metodologia

Il progetto di valorizzazione della Conca delle Gabelle comprende il restauro risanamento conservativo del manufatto edilizio storico e l'inserimento di un elemento nuovo di valorizzazione, la fontana-canale: l'unicità di questo frammento dell'antico corso della Martesana in contesto urbano, rende particolarmente significativo l'intervento di recupero di un bene che, nonostante la perdita dell'originale funzionalità e l'inevitabile degrado, mantiene intatto il suo fascino quale memoria della presenza dell'acqua nella città, della vita che vi si svolgeva attorno e della tecnologia idraulica applicata.

In tal senso si attua un intervento di restauro scientifico dei componenti edilizi della conca, attraverso un insieme sistematico di opere dirette sui manufatti finalizzate a mantenerne l'integrità materiale e ad assicurarne la conservazione e la protezione dei suoi valori culturali nel tempo, insieme a un intervento di restauro conservativo che contempla la possibilità dell'inserimento di un segno d'acqua con funzione di fontana dentro l'area del giardino pubblico esistente.

1.1.2 Fasi di progettazione del restauro

Analisi storica

Il progetto di restauro della conca si fonda sulla conoscenza del bene da conservare supportata da analisi e letture di fonti storiche archivistiche e dalla lettura del manufatto stesso tramite osservazione diretta.

Rilievo

Il manufatto edilizio è stato rilevato con strumentazione topografica, fotografica e manuale per restituire il disegno geometrico in pianta, sezioni e prospetti dei componenti architettonici e della loro tessitura materica.

Lettura dello stato di fatto

Un prezioso documento descrittivo della conca di fine '800, ha costituito un riferimento per la ricostruzione delle fasi evolutive e l'identificazione di materiali, elementi architettonici e tecniche costruttive originali.

Le analisi svolte si possono suddividere in:

- Analisi tipologica dei componenti architettonici e della loro evoluzione
- Analisi materica degli apparecchi murari
- Analisi del degrado

Progetto di conservazione

Il progetto conservativo identifica rispetto alle aree d'intervento, di cui si sono precedentemente analizzate le caratteristiche materiche e il tipo di degrado, la sequenza di operazioni da svolgere per il restauro specifico delle parti.

1.2 ANALISI STORICA

Per la relazione di analisi storica vedi documento allegato alla Relazione: allegato 1.

1.3 RILIEVO

1.3.1. Modalità operative del rilievo topografico e fotogrammetrico redatto nei mesi di Marzo-Aprile 2004.

Il rilievo planoaltimetrico di detto tratto di Naviglio è stato redatto mediante poligonale di precisione eseguita con strumentazione elettro-ottica TOPCON GPT 6003 con centramenti forzati.

Si sono rese necessarie n. 4 stazioni, materializzate in loco da chiodi topografici in acciaio per il rilievo di tutti i dettagli topografici presenti in loco e necessari per la successiva progettazione. Essendo questa una poligonale aperta sono stati iperdeterminati n. 2 punti tra le diverse stazioni per meglio compensare gli errori di centramento e ridurli al minimo.

Sono state redatte n. 3 tavole di seguito elencate:

- 1- Planimetrie di rilievo generale a quota 130 mt. s.l.m.
- 2- Palnimeetrie di rilievo fondo naviglio a quota 120 mt.s.l.m.
- 3- Planimetria di rilievo fondo naviglio a quota 120 mt.s.l.m. con indicazione sezioni

Il tutto è stato collegato al rilievo aerofotogrammetrico mediante punti noti, compensati altimetricamente.

Successivamente si è passati al rilievo dei prospetti delle sponde del tratto di Naviglio interessato. Detto rilievo è stato eseguito in parte con strumentazione elettroottica di precisione integrata laser per rilievo diretto, ricollegandosi alla poligonale utilizzata per il rilievo planoaltimetrico in modo da mantenere lo stesso inquadramento cartografico sia planimetrico che altimetrico tra i rilievi, ed in parte con rilievo fotogrammetrico di precisione. Sono stati eseguiti dei fotogrammi dei prospetti previa individuazione dei punti d'appoggio con croci numerate in gesso, indispensabili per il successivo rilievo e calibrazione delle fotografie.

Completato il rilievo si è passati all'elaborazione parziale dei dati con compensazione degli stessi e all'elaborazione definitiva mediante programma di raddrizzamento delle immagini – MSR RolleiMetric, alla digitalizzazione con il programma MERIDIANA e al completamento finale con AUTOCAD 2000LT. Sono stati rilevati i due prospetti principali (A-A e B-B) nonché i prospetti dei due lati del ponte (D-D e E-E), della porta a Nord e dei due prospetti minori a Nord e a Sud (C-C e G-G). Vedi tavole 01, 02 e 03.

1.3.2. Modalità del rilievo integrativo dettagliato e puntuale di manufatti e componenti edilizi della Conca finalizzato alle operazioni di restauro, redatto nei mesi di Dicembre 2007-Febbraio 2008.

Le basi di rilievo generale geometrico e altimetrico, sono state integrate da rilievi dettagliati finalizzati sia allo studio di componenti edilizi e manufatti particolari, sia all'identificazione dei materiali edilizi utilizzati nello stratificarsi degli interventi manutentivi e costruttivi della Conca, sia alla lettura del degrado degli stessi materiali.

I rilievi particolareggiati hanno compreso: le misurazioni di dettaglio in loco eseguite manualmente con metro, la fotografia digitale dei particolari, la restituzione grafica con schizzi manuali e disegno digitale in formato DWG, eseguito con AUTOCAD 2007.

I componenti rilevati nel dettaglio sono:

- Le porte lignee vinciane di valle e di monte e restituzione grafica scala 1:20
- Il casello di servizio in muratura e restituzione grafica in scala 1:20
- I parapetti metallici delle sponde nelle varie tipologie e restituzione grafica scala 1:20
- I parapetti lapidei tipo a barricata e restituzione grafica scala 1:20
- Il casellario della pavimentazione esistente del Ponte dell'Incoronata in lastre di porfido di Cuasso e granito Montorfano, restituito in scala 1:50
- I casellari delle pavimentazioni delle sponde della conca restituiti in scala 1:50
- La scala a valle del ponte sulla sponda di S. Marco, restituita in scala 1:50

Per l'identificazione dei vari materiali che compongono paramenti e manufatti originali, si è svolta una lettura materica sulla base della conoscenza di tecniche costruttive tipiche e storicizzate, derivante da restauri precedentemente svolti inerenti il sistema dei Navigli a Milano e con l'ausilio di operatori specializzati nel campo del restauro.

Il degrado dei materiali è stato documentato dalla campagna fotografica dettagliata, di cui si allega al progetto la documentazione.

1.3.3. Modalità della campagna fotografica particolareggiata della Conca finalizzata alle operazioni di restauro, redatta nei mesi di Dicembre 2007-Febbraio 2008.

La campagna fotografica sul campo, si è svolta in funzione del graduale approfondimento cognitivo del manufatto da restaurare.

In diversi sopralluoghi e parallelamente alla campagna di rilievo generale e puntuale, si sono eseguite immagini d'insieme e di dettaglio, riorganizzate poi in un fascicolo allegato al progetto.

La documentazione fotografica è organizzata nei seguenti capitoli:

1. Contestualizzazione dell'area di intervento
2. Analisi tipologica dei componenti architettonici
3. Analisi dei materiali
4. Analisi dei degradi

Per la campagna fotografica vedi documento allegato alla Relazione: allegato 2

1.4. LETTURA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE ATTUALE

1.4.1. Generalità dell'edificio

L'analisi dello stato di fatto della Conca delle Gabelle viene fatta seguendo la descrizione redatta nell' "Atto di consegna di Ricognizione e Descrittivo dé Canali di Paderno, Martesana e Fossa Interna comprese le opere lungo l'Adda da Olginate a Gropello per l'appalto della loro manutenzione dal 1° maggio 1877 al 30 aprile 1886" (testo riportato in corsivo) proveniente dagli uffici della Direzione Generale Opere Pubbliche, Politiche per la Casa e Protezione Civile della Regione Lombardia.

Le indicazioni numeriche di misura sono riscontrabili negli elaborati grafici prodotti.

Al testo della relazione ottocentesca segue una corrispondente analisi tipologica, materica e del degrado delle medesime parti componenti, con notazioni derivate dall'ispezione sul campo in merito allo stato attuale di conservazione del manufatto nel suo insieme.

Le descrizioni sono suddivise nei due tratti (denominati "tronchi") individuati dalla relazione ottocentesca: l'area oggetto del progetto è compresa in parte nel tratto XXII

(dal tombone di S. Marco compreso al sostegno dell'Incoronata escluso, di lunghezza mt. 76.00) e parte nel tratto XXIII (dal sostegno dell'Incoronata compreso a quello di S. Marco escluso, di lunghezza mt. 707,00).

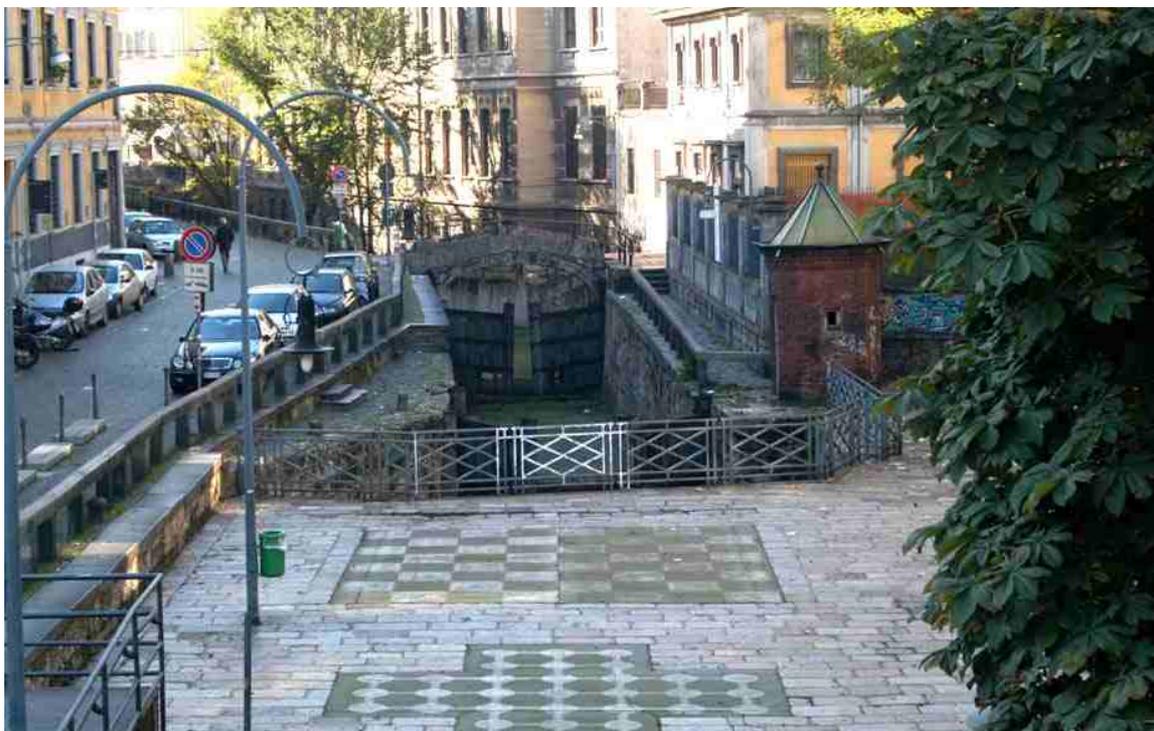


Foto 1 La Conca dell'Incoronata come si presenta oggi

1.4.2 Tronco XXII

Dal tombone di S. Marco compreso al sostegno dell'Incoronata escluso, di lunghezza mt. 76.00.

Il tronco XXII, in seguito alla copertura del Naviglio della Martesana in territorio urbano, ha subito delle trasformazioni radicali e la descrizione seguente non ha più corrispondenza con lo stato attuale.

1.4.2.1 Descrizione ottocentesca della sponda destra a monte delle portine

“Alla sboccatura di questo tombone la ripa trovasi armata da muro di cotto in parte rivestito di quadri di ceppo con superiore coronamento di granito e qualche pezzo di ceppo in cui vi sono n° 5 funghi ed un anello di ferro. Questo muro che si estende sino al mulino viene mantenuto dal regio Demanio. Serviva questa ripa per lo sbarco del sale.

Superiormente a questo tratto di sponda trovasi sei funghi di granito per l'attracco delle barche. Due bocche si trovano nel primo tronco dello scaricatore annesso al sostegno infrascritto. Il muro che fa sperone superiormente alla Conca dell'Incoronata e che divide le acque fra questo sostegno e il mulino del macina tabacchi, è costruito per la maggior parte di ceppo e in poca parte di cotto, lungo mt. 6.20 sino ad arrivare al sostegno suddetto e di altezza ragguagliata mt. 1.60 largo mt. 0.45 alla punta e mt. 2.90 in corrispondenza alla spalle del sostegno seguente.

All'estremità del suddescritto sperone poco prima del sostegno dell'Incoronata, vedesi l'idrometro il quale è formato di un pezzo di granito di altezza mt. 1.70 di larghezza mt. 0.70 nel quale vi è scolpito uno sfondato per la scala dell'idrometro stesso largo mt. 0.40, alto mt. 1.18. La scala è formata di diversi pezzi di marmo bianco e nero disposti a scacco le cui dizioni trovasi scolpite sulle spalle laterali del pezzo di granito summenzionato.

1.4.2.1a Analisi tipologica dello stato di fatto

La sponda destra attrezzata per l'ormeggio e lo scarico di merci e il canale scaricatore provvisto di bocche che derivava l'acqua della Martesana in corrispondenza della conca di navigazione e alimentava i mulini, non esistono più.

L'area descritta risulta sopralzata di circa 2 ml rispetto al fondo a monte della conca per la creazione di un livello percorribile di collegamento al sottopasso dei Bastioni di Porta Nuova e destinato nei pressi della conca a giardino pubblico.

L'affaccio del nuovo piano è malamente risolto dalla recente creazione di un muro di sponda che costituisce il margine di monte dell'area della conca e dell'area di intervento. Il manufatto moderno di delimitazione dell'area e di messa in sicurezza del dislivello tra spazio pubblico e zona non accessibile, è costituito da un muro in C.A. con aggetto superiore e da un parapetto in tubolari saldati a sezione quadra in ferro verniciato con disegno a pannelli modulari.

Il canale scaricatore costituiva la roggia del Molino da cui erano estratte le acque della roggia Medici e della roggia Crivelli sopra descritte. I muri di sponda, la porticella di legno come lo spurgo erano a carico del Demanio. Questo scaricatore si rimetteva di nuovo nel Naviglio subito a valle del susseguente ponte di Castelfidardo.

Rimane incastonato, quale traccia del punto di deviazione del canale, lo sperone in ceppo, le cui erosioni evocano il fluire delle acque e il loro dividersi.

L'idrometro in marmo è rimasto integro nella parete verso l'angolo della camera delle portine.

1.4.2.1b Analisi materica

Il residuo di muratura originale è composto superiormente di due corsi di blocchi di ceppo lombardo squadrati, mediamente di dimensioni 80x50x40spess. con altri due blocchi sottoposti a rinforza della punta dello sperone. La parte inferiore è in muratura di mattone. L'idrometro è in marmo bianco e nero con cornice in granito.

1.4.2.1c Analisi del degrado

- Il ceppo e il mattone della muratura dello sperone e dell'angolo verso la camera delle portine presentano fenomeni di:

- *erosione* negli spigoli superiori dei ceppi della sponda da dilavamento delle piogge, lungo lo spigolo verticale di punta da scorrimento violento dell'acqua del canale che ha usurato il materiale

- *alveolizzazione* da dilavamento delle porosità della pietra e del mattone

- *croste nere* causate da fenomeno di solfatazione che inglobano polveri e prodotti carboniosi da inquinamento

- *disgregazione superficiale* determinata nelle arenarie da escursioni termiche, in particolare gelività, e agenti atmosferici

- *colaticci* da ruscellamento della sponda determinati dalle pendenze di riflusso

- *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio

- *degrado biologico* costituito da insediamenti parietali di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici

- *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso e dalle formazioni di sali minerali presenti nel materiale

- Il muro in cemento armato della sponda moderna di monte presenta fenomeni di:

- *degradazione antropica* determinata da atti vandalici (graffiti) e tonalità della colorazione di fondo del calcestruzzo impropria

- Il parapetto in ferro della sponda moderna di monte presenta fenomeni di:

- *ossidazione* diffusa con distacco della vernice e macchie di ruggine

- Il fondo dell'area a monte delle portine presenta fenomeni di:

- *deposito superficiale* tenero e tenace costituito da accumulo di polvere, terriccio e guano
- *degrado biologico* costituito da insediamenti di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
- *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso



Foto 2 – Tronco XXII - La parete della sponda con lo sperone in ceppo in corrispondenza della deviazione del canale e l'idrometro.

1.4.2.2 Descrizione ottocentesca della sponda sinistra a monte delle portine

“Dopo l’ala di sbocco del tombone a sinistra vi è muro di ceppo in linea spezzata lungo mt. 3.00, alto per ragguaglio mt. 2.47.

In questa tratta vi è una colonna di rovere di diametro di mt. 0.25 e di altezza mt. 3.00.

La tratta seguente sino alla camera delle portine dell’infrascritto sostegno dell’Incoronata è lunga mt. 48.50 difesa da un muro di morognata in calce frammisto di qualche poco di cotto, e di quadri di ceppo, alto in principio mt. 2.35. ed in fine mt. 4.95”

1.4.2.2a Analisi tipologica dello stato di fatto

In seguito alla copertura del Naviglio il muro di ceppo del primo tratto non è più leggibile mentre è rimasto il secondo tratto di sponda verso la camera delle portine.

E' visibile come la sponda originale sia più bassa di circa 50 cm. rispetto al margine arretrato della via S.Marco, evidentemente modificata con la creazione novecentesca del selciato stradale in cubetti di porfido in sostituzione dell'acciottolato caratteristico dell'800. Il parapetto originale del tipo “a barricata” in pilastri e cappelli di granito è stato ricostruito con lo stesso allineamento originale al livello superiore del nuovo selciato.

1.4.2.2b Analisi materica

La muratura della descrizione nel tratto di circa 10 ml di lunghezza e 2,50 ml di altezza, a monte della camera delle portine, risulta corrispondere alla descrizione ottocentesca: composta di 5 corsi di blocchi di ceppo dell'Adda del tipo *rustico* con alcuni pezzi del tipo *gentile* (dim. medie h cm 30/40 x 60/80 x 50spess.), alternati a frammistioni di laterizio. La pavimentazione della sponda più bassa è in lastricato ad opera incerta di beola (di recente formazione).

La sponda rialzata risulta bordata da masselli di granito sagomati sottostanti il parapetto a barricata, con riempimento misto intonacato dello spessore della massicciata. Il parapetto è costituito da pilastri e cappelli in masselli lavorati di granito Montorfano, leggermente stondati superiormente e bocciardati sulle facce a vista.

1.4.2.2c Analisi del degrado

- Il ceppo e il mattone della muratura della sponda originale presentano fenomeni di:
 - *erosione* negli spigoli superiori dei ceppi della sponda da dilavamento delle piogge
 - *alveolizzazione* da dilavamento delle porosità della pietra
 - *disgregazione superficiale* determinata nelle arenarie e nei laterizi da escursioni termiche, in particolare gelività, e agenti atmosferici
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti parietali di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso (in particolare nell'angolo con la parete nord in C.A.) e dalle formazioni di sali minerali presenti nel materiale
 - *degradazione antropica* per la ristilatura dei giunti dei corsi di laterizio e di pietra eseguita con cemento e con modalità di esecuzione impropria (strabordante)
- Il pavimento della sponda originale presenta fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, fotosintesi e substrati organici
- Il muro in cemento armato della sponda moderna di monte presenta fenomeni di:
 - *degradazione antropica* determinata da atti vandalici (graffiti) e tonalità della colorazione di fondo del calcestruzzo impropria
- Il parapetto in ferro della sponda moderna di monte presenta fenomeni di:
 - *ossidazione* diffusa con distacco della vernice e macchie di ruggine
- Il parapetto originale in granito del margine rialzato di via S. Marco, presenta fenomeni di:
 - *alterazione cromatica* del granito determinata dalla patina naturale assunta dal materiale nel tempo
 - *distacco dei giunti* non importante per la stabilità del parapetto
 - *degradazione antropica* per l'inserimento di una rete metallica fissata al parapetto
- Il margine della via S.Marco rialzato presenta fenomeni di:
 - *disgregazione e distacco* dei materiali di riempimento della massicciatati
 - *dissesto dei giunti* dei masselli in granito dei bordi
 - *erosione* degli spigoli degli stessi masselli
- Il fondo dell'area a monte delle portine presenta fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenero e tenace per accumulo di polvere, terriccio e guano
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso



Foto 3 - Tronco XXII – La parete e la sponda sinistra a monte della camera delle portine

1.4.3 Tronco XXIII

Dal sostegno dell’Incoronata compreso a quello di S. Marco escluso di lunghezza mt. 707.

Generalità del Sostegno o Conca dell’Incoronata

“Il sostegno dell’Incoronata è costituito come il precedente alla cascina dei Pomi ed ha la caduta di mt. 1,30. L’edificio è lungo in complesso metri 41,10 compresi mt. 2,90 di tratte di accompagnamento ed è largo mt. 5,09”

1.4.3.1 Descrizione ottocentesca del muro di sponda destra della conca di navigazione

“Questo muro è formato di ceppo e cotto con alcuni pezzi corrosi, seguendo l’andamento del fondo medesimo e conservando il piano superiore all’altezza di mt.1,55 sulla soglia delle portine. Detto muro è terminato da coronamento di pezzi di ceppo laterali, superiormente ai quali han barricata di pilastri e cappello di granito, scaletta di n° 3 gradini di granito per ascesa al ponte con parapetto verso il Naviglio formato di una beola e di due spranghe di ferro”.



1.4.3.1a Analisi tipologica dello stato di fatto

La muratura della sponda destra dell’invaso della conca corrisponde alla descrizione ottocentesca: le stratificazioni costruttive comprendono a partire dal fondo una prima parte di parete in corsi di mattone per un’altezza di circa 80 cm. corrispondente all’attuale salto delle portine (h attuale m.1 contro m.1,30 del salto originale: se ne deduce che il fondo in cemento attuale è più alto di quello in terra precedente).

L'altezza della sponda sulla soglia delle portine è superiore a quella della descrizione: 1.80 m attuali invece di 1,55.

La scala di tre gradini per la risalita al ponte dell'Incoronata risulta spostata più avanti rispetto all'originale e risale all'epoca di modifica delle massicciate delle sedi stradali e del ponte. Superiormente il parapetto di questo tratto di raccordo al ponte è in ferro dell'inizio 900 (come risulta dalle prime foto storiche della conca), mentre il restante parapetto in granito è l'originale ottocentesco.

Vicino all'antico ponte è stata posta dal Comune una lapide commemorativa in marmo bianco di Carrara con incisa la dicitura: "*La città di Milano ricorda il cinquecentenario della Conca dell'Incoronata realizzata durante il ducato di Lodovico il Moro – 13 ottobre 1496-13 ottobre 1996*"

1.4.3.1b Analisi materica

Superiormente si ha una muratura principalmente in blocchi di ceppo *rustico* dell'Adda, frammista a lacerti di mattone e con limitati rappezzi di finto ceppo eseguito con malta e ciottoli ad imitazione del materiale lapideo. I corsi di ceppo della parete sono 5, con pezzature dai 30 ai 50cm in altezza e lunghezze variabili. Più regolare risulta il coronamento di bordo della sponda in blocchi di ceppo h 25x90/120x50/60cm spess., con alcuni pezzi di lunghezza superiore. Nell'area verso i portoni di valle, si addensano blocchi della muratura in ceppo *gentile*. Nelle vicinanze del salto delle portine si trovano i rappezzi suddetti, dovuti alla maggior usura del paramento ad opera della pressione esercitata dall'acqua nei pressi della caduta.

La muratura nella parte inferiore è in corsi di mattone di fattura antica: le dimensioni più tozze dei mattoni rispetto a quelle più allungate delle rappezzature più recenti ne sono la dimostrazione.

La scala verso il ponte non è più in granito come descritto nell'800, ma ha le pedate in lastre di beola con alzate in laterizio. Così come il rialzo della sponda originale, di 70 cm circa per un tratto di circa 5 m. dal ponte, è in laterizio.

Il parapetto nella zona della scala è in tubolari di ferro, mentre lungo tutta la sponda destra dell'invaso si ha l'originale barricata di granito di pilastri e cappelli in massello lavorato di granito Montorfano, leggermente stondati superiormente e bocciardati sulle facce a vista.

La pavimentazione del percorso pedonale della sponda è in lastricato ad opera incerta di beola (di recente formazione).

1.4.3.1c Analisi del degrado

- Il ceppo e il mattone della muratura della sponda originale presentano fenomeni di:
 - *erosione* negli spigoli superiori dei ceppi della sponda da dilavamento delle piogge
 - *alveolizzazione* da dilavamento delle porosità della pietra
 - *disgregazione superficiale* determinata nelle arenarie e nei laterizi da escursioni termiche, in particolare gelività, e agenti atmosferici
 - *mancaza e perdita di materiale* frammentaria nel paramento lapideo e di laterizio
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti parietali di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso (in particolare estesa alla fascia inferiore in mattoni) e dalle formazioni di sali minerali presenti nel materiale
 - *degradazione antropica* per l'inserimento di un rappezzo in cls sul bordo all'inizio della scaletta, in sostituzione del massello di granito crollato e giacente sul fondo; per la ristilatura dei giunti dei corsi di laterizio e di pietra eseguita con cemento e con modalità di esecuzione impropria (strabordante)

- Il pavimento della sponda presenta fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di vegetazione
- Il parapetto in tubolare di ferro presso il ponte presenta fenomeni di:
 - *ossidazione* con presenza di ruggine diffusa a tutto il manufatto
 - *corrosione generalizzata e crateriforme* con formazione di bucatore del tubolare
- Il parapetto originale in granito presenta fenomeni di:
 - *alterazione cromatica* del granito determinata dalla patina naturale assunta dal materiale nel tempo
 - *distacco dei giunti* non importante per la stabilità del parapetto
 - *degradazione antropica* per l'inserimento di una rete metallica fissata al parapetto



Foto 4 Muro di sponda destra con parapetto a barricata e pavimentazione sponda sinistra



Foto 5 Muro di sponda a destra in prossimità del ponte, scaletta con ringhiera e lapide

1.4.3.2 Descrizione ottocentesca del muro di sponda sinistra della conca di navigazione

“E’ formato di ceppo e cotto con vari pezzi corrosi, seguendo l’andamento del fondo con altezza costante di mt. 1,80 sulla sponda delle portine. Superiormente a detto muro vedesi barricata di n°16 pilastrini con cappello di granito in cui due campate aperte per accesso alle camere delle portine e dei portoni. In queste campate aperte ci sono due colonnette di vivo e lungo la barricata sono infissi sul suolo n°4 funghi per attaccare le barche”



1.4.3.2a Analisi tipologica dello stato di fatto

La muratura della sponda sinistra dell’invaso della conca rispetto alla descrizione ottocentesca, ha subito una radicale modifica nel tratto sopraelevato tra le due scale lungo circa 20 m.

E’ perfettamente leggibile l’innalzamento rispetto al profilo originale: a partire dalla scaletta di monte si nota nella parete la linea dei blocchi di ceppo e granito che costituivano il bordo originale della sponda; all’inizio della scala un blocco risulta chiaramente essere un cappello del parapetto riutilizzato come pietra a pavimento. La sponda saliva con graduale pendenza, come una rampa leggera, verso il ponte raccordando nell’angolo i due parapetti lapidei (vedi disegno spaccato della conca del 1889). L’innalzamento risale all’inizio del 900, quando sono stati modificati la massicciata e il selciato in porfido della via S. Marco.

Le stratificazioni costruttive originali della parete comprendono a partire dal fondo una prima parte in corsi di mattone per un’altezza inferiore a 80 cm. corrispondente all’attuale salto delle portine (h attuale m.1 contro m.1,30 del salto originale: se ne deduce che il fondo in cemento attuale è più alto di quello in terra precedente).

Il passaggio superiore al paramento in corsi di ceppo risulta inframmezzato, per parti estese, di rappezzature in finto ceppo con scarse ricuciture di parti erose o mancanti. L’altezza della sponda sulla soglia delle portine è superiore a quella della descrizione: 2 m attuali invece di 1,80. La sopraelevazione tra le due scale, estensione del piano stradale moderno, parte da 70 cm alla scala di monte per arrivare a 35 cm alla scala di valle verso i portoni.

La pavimentazione del sopralzo è in cubetti di porfido in continuità con la sede stradale, il margine è in masselli di granito Montorfano.

Il parapetto a barricata in granito è quello ottocentesco: il posizionamento rispetto alla sponda è quello originale ma il piano d’imposta del parapetto è stato innalzato, quindi il parapetto era stato smontato e rimontato sul nuovo margine della strada.

Le due campate aperte con colonnina centrale, per accedere a manovrare portine e portoni, si trovano in corrispondenza delle scalette del rialzo. Le bitte in granito sono state riposizionate nelle luci della barricata.

Un tratto di parapetto vicino alle portine, corrispondente a tre campate, risulta demolito.

1.4.3.2b Analisi materica

Superiormente si ha una muratura principalmente in blocchi di ceppo *rustico e gentile* dell’Adda, con coronamento in granito. I corsi in blocchi sfalsati di ceppo della parete sono 5, con pezzature dai 30 ai 50/80cm in altezza e lunghezze variabili.

Il riempimento del sopralzo è misto laterizi, cittoli, blocchi minori e irregolari di ceppo. Il coronamento di bordo della sponda sopralzata è in blocchi regolari di granito Montorfano h 20 x 180 x 60cm modanati sul bordo. Nelle vicinanze del salto delle portine si trovano molte rappezature della parete, dovute alla maggior usura del paramento ad opera della pressione esercitata dall'acqua nei pressi della caduta. La muratura nella parte inferiore è in corsi di mattone di fattura antica, molto erosi e in conseguenza sostituiti da rappezzi estesi in misto. Il parapetto lapideo lungo tutta la sponda è l'originale in barricata di granito con pilastrini e cappelli in massello lavorato di granito Montorfano, leggermente stondati superiormente e bocciardati sulle facce a vista. A monte della scaletta verso le portine, la pavimentazione della sponda è in lastricato ad opera incerta di beola (di recente formazione).

1.4.3.2c Analisi del degrado

- Il ceppo e il mattone della muratura della sponda originale presentano fenomeni di:
 - *erosione* negli spigoli superiori dei ceppi della sponda da dilavamento delle piogge
 - *alveolizzazione* da dilavamento delle porosità della pietra
 - *disgregazione superficiale* determinata nelle arenarie e nei laterizi da escursioni termiche, in particolare gelività e agenti atmosferici
 - *mancaza e perdita di materiale* frammentaria nel paramento lapideo e di laterizio
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti parietali di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso (in particolare estesa alla fascia inferiore in mattoni) e dalle formazioni di sali minerali presenti nel materiale
 - *degradazione antropica* per la ristilatura dei giunti dei corsi di laterizio e di pietra eseguita con cemento e con modalità di esecuzione impropria (strabordante)
- Il pavimento della sponda presenta fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di vegetazione
- Il parapetto originale in granito presenta fenomeni di:
 - *alterazione cromatica* del granito determinata dalla patina naturale assunta nel tempo
 - *mancaza di parti* corrispondente a tre campate crollate
 - *distacco dei giunti* non importante per la stabilità del parapetto
 - *degradazione antropica* per l'inserimento di una rete metallica fissata al parapetto

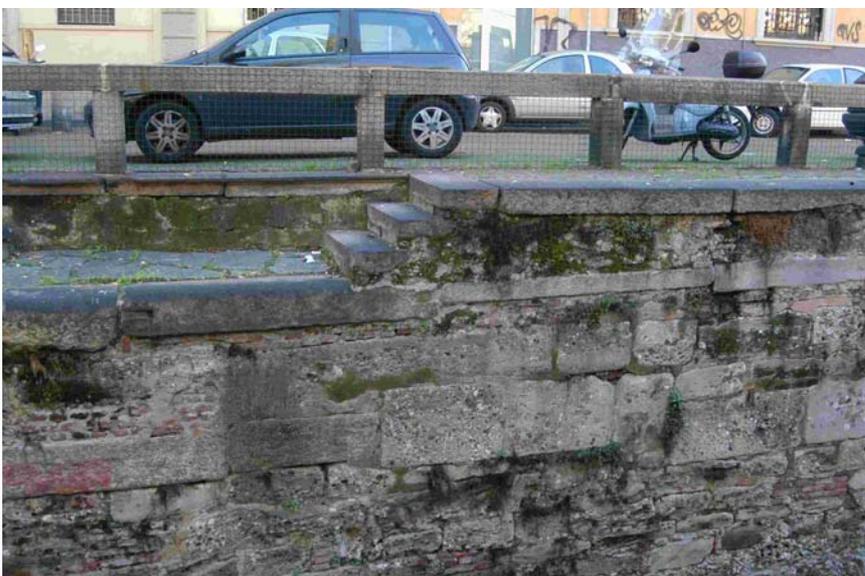


Foto 6 Particolare del muro della sponda sinistra sopralzata con scaletta di risalita

1.4.3.3 Descrizione ottocentesca dei fondi lignei delle camere delle porte vinciane e del fondo del canale navigabile

“Il pavimento della camera delle portine è lungo mt. 4,15 per ragguaglio, largo da principio mt. 5,85 ed in fine di mt. 5,08 formato d’assi rovere con coperta di larice e filagni sottoposti.

Al principio ha una briglia di legni in due pezzi alta sul pavimento suddetto di mt. 0,15.

La soglia o capriata delle portine è formata di due travature di spessore mt. 0,20 di lunghezza mt. 5,75, in seguito da coltellata di cotto coperta d’asse di rovere sostenute al principio verso il salto da due filagni lunghi ciascuno quanto la larghezza del sostegno, oltre la parte murata. Il gradino della camera delle portine al suolo della capriata è di mt. 0,26.

Il salto della capriata o soglia sul fondo del bacino è di mt. 1,40 ed ha la fronte di quadri di ceppo con un ritaglio pure di ceppo.

Il fondo del bacino è di terra.

Il fondo della camera dei portoni è di bitume di cotto, ricoperto d’assi, avendo al principio un dormione di rovere che forma gradino di ascesa dal bacino al fondo. Esso è largo mt. 5,90 essendovi alla destra una rientranza per ricevere il portone destro quando è aperto, e alla sinistra questa rientranza non esiste che dalla metà in giù.

La soglia o capriata dei portoni è anch’essa formata con due travi di rovere rivestite di costoni di pioppo che servono di battitura ai portoni stessi, essendo nel resto di asse rovere con sottoposto bitume e filagni. Superiormente al suolo d’assi vi è nel mezzo l’ometto, il quale serve a rinforzare la capriata contro l’urto dei portoni. Questa soglia serve in parte anche di pilasca all’infrascritto ponte, il quale è mantenuto dal Regio Demanio.

Del resto il fondo è di terra come per la tratta di accompagnamento.

Tutto il legname posto in opera in questo sostegno, oltre alle platee d’assi e le briglie già descritte è di rovere ad eccezione di quello pel quale si facesse speciale avvertenza”

1.4.3.3a Analisi tipologica dello stato di fatto

La descrizione della *camera delle portine* corrisponde allo stato attuale, nonostante il forte degrado delle parti in legno: le assi di rovere risultano marce e sconnesse, la coperta in larice è andata persa, i costoni in pioppo sono irriconoscibili.

Le misure risultano lievemente diverse, diversità probabilmente imputabili a un errore di misura più che a un cambiamento: il pavimento della camera delle portine è lungo 4.62 m, largo da principio 5.90 m e in fine 5.05 m; la travatura iniziale, degradata, è di lunghezza 5.90 m. La soglia o capriata è attualmente un piano di cemento: risultano persi il coltellato del fondo e la soprastante ricopertura di assi. Permangono molto degradati l’ometto e le travature. La ferramenta di fissaggio originale è in chiodi forgiati a mano. Il salto della soglia al fondo del bacino è attualmente di circa 1m: 40 cm in meno rispetto alla descrizione storica sopra riportata. La differenza è dovuta all’innalzamento del fondo originale.

Per quanto riguarda la *camera dei portoni*, il dormione che forma il gradino di ascesa dal bacino al fondo non è più in rovere ma è stato ricostruito in cotto ed è posto oltre la rientranza, quindi è lungo 5.00 m x 0,50 x h 0,20 invece dei 5.90 m. di lunghezza della descrizione ottocentesca. Il fondo della camera dei portoni e la soglia appaiono spogliati delle finiture lignee e rappezzati in cemento.

Il fondo del bacino in terra è stato sopralzato di circa 30 cm. con la creazione di una platea in cls pendente verso valle.

1.4.3.3b Analisi materica

Gli assiti e le travature di battuta esistenti delle camere delle porte vinciane sono gli originali in legno di rovere. I fondi sottostanti sono rappezzati in cls. La ferramenta di fissaggio originale è in chiodi forgiati e battuti a mano. Il dormione della camera dei portoni è un cordolo in laterizio. Il fondo dell’invaso della conca è in cls.

1.4.3.3c Analisi del degrado

- Il rivestimento ligneo dei pavimenti delle camere delle porte vinciane, presenta fenomeni di:
 - *manca* di estese parti lignee del rivestimento
 - *destrutturazione* degli assiti
 - *carie del legno* con marciume e fessurazioni con conseguente friabilità del materiale
 - *deformazione* con imbarcamento e svergolatura dei componenti lignei
 - *fessurazione* del legname massello
 - *alterazione cromatica e azzurramento* funghino del legno per la patina naturale
 - *patina biologica* di colore verdastro e pulverulente di colore grigio-nero, costituita da microrganismi e favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido
- La ferramenta di assemblaggio delle parti lignee presenta fenomeni di:
 - *ossidazione e corrosione* con presenza di ruggine
 - *manca* di chiodi di tenuta dell'assito e *sfilamento* per decoesione di quelli esistenti
- Il pavimento in cls del fondo del bacino presenta fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenace costituito da accumulo di polvere, terriccio e guano
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di vegetazione
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso



Foto 7 Dormione e camera dei portoni di valle



Foto 8 Portine vinciane di monte, camera e salto della capriata

1.4.3.4 Descrizione ottocentesca delle portine vinciane lignee di monte

“Il telaio delle portine è rettangolare alto mt. 1,40 lungo mt. 3,15. Il battente è alto mt. 1,65 compreso il collo superiore, grosso mt. 0,25 in quadro. Il torno è alto mt. 1,88 compresi i colli inferiore e superiore, grosso mt. 0,25 in quadro, la soglia ed il cappello sono lunghi ciascuno mt. 2,65, grossi metri 0,25 per mt. 0,28. Il pilastrino è alto mt. 0,84 grosso mt. 0,23 per mt. 0,25. Esso divide il telaio in due campate, quella verso il torno è larga mt. 1,35 foderata d’asse di rovere grosse mt. 0,05 rinforzata altresì da una tratta lunga mt. 1,60 grossa mt. 0,18 in quadro; l’altra campata è larga mt. 1,00 ed è munita di un usciolo d’assi foderate mobile insieme su un palo di ferro colle battute, l’una contro il battente, l’altra contro il pilastrino.

Ogni portina ha le seguenti ferramenta: due staffoni da torno, due da battente, uno del pilastrino, due viere pel torno, due perni uno inferiore e l’altro superiore, una piletta e un cappello di lamiera pel battente, un rampino con coda e staffa in testa al battente, due pezzi di catena di lunghezza ciascuno mt. 1,50 con rampino, anello ed occhiolo impiantato nel muro di sponda.

Per l’usciolo vi sono: il palo di ferro grosso mt. 0,05 assicurato con sei cambre di ferro, una pietra che trattiene la piletta inferiore, due staffe pel perno superiore, una piletta di ghisa, un bracciolo o doppione, un pezzo di catena di lunghezza mt. 5,50 assicurato come sopra. Il pezzo superiore di ogni portina è trattenuto da staffe di ferro fissate nel muro di sponda e disposte in crociera.”

1.4.3.4a Analisi tipologica dello stato di fatto

Forma e componenti delle ante lignee corrispondono alla descrizione.

Le dimensioni del telaio sono leggermente diverse: 1.50 x 3.15m; battente, torno e pilastrino sono rispettivamente: 1,76 m; 2.20 m; 1.00 m.

Per quanto riguarda le due campate, mentre quella interna è fedele al testo, la campata esterna è circa 1.40 m.

La ferramenta corrisponde all’esistente.

1.4.3.4b Analisi materica

Gli assiti e le travature del telaio strutturale delle portine sono in legno di rovere.

La ferramenta di assemblaggio e tenuta corrisponde alla descrizione; i chiodi sono forgiati e battuti a mano.

1.4.3.4c Analisi del degrado

- Le componenti lignee delle portine presentano fenomeni di:
 - *dissesto strutturale* all’aggancio delle ante con cedimento e conseguente fuori piombo
 - *aggressione da insetti silofagi* tarlature diffuse
 - *carie del legno* con marciume e fessurazioni con conseguente friabilità del materiale
 - *deformazione* con imbarcamento e svergolatura dei componenti lignei
 - *fessurazione* del legname massello
 - *alterazione cromatica* del legno determinata dalla patina naturale assunta dal materiale nel tempo e *azzurramento* funghino
 - *patina biologica* di colore verdastro e pulverulente di colore grigio-nero, costituita da microrganismi e favorita nel suo formarsi dall’ambiente particolarmente umido
- La ferramenta di assemblaggio delle parti lignee presenta fenomeni di:
 - *ossidazione* e *corrosione* con presenza di ruggine
 - *manca* di chiodi di tenuta e *sfilamento* per decoesione di quelli esistenti

1.4.3.5 Descrizione ottocentesca dei portoni vinciani lignee di valle

“Il telaio rettangolare di questi portoni è alto mt. 2,97 largo mt. 3,25, il battente è alto mt. 3,27 compresi il collo superiore grosso mt. 0,27 in quadro. Il torno è alto mt. 3,35 grosso mt. 0,27 per mt. 0,30. La soglia ed il cappello sono lunghi ciascuno mt. 2,68, grossi mt. 0,27 in quadro. I due traversi sono lunghi quanto la soglia ed il cappello grossi mt. 0,27 per mt. 0,22. Il pilastrino è alto 1,20 grosso mt. 0,25 per mt. 0,22, la saetta è divisa in tre pezzi, lungo l'uno mt. 1,65, l'altro mt. 0,30 e il terzo mt. 0,60 grossi ciascuno metri 0,15 per mt. 0,17.

L'uscio è largo mt. 1,10 girevole attorno ad un palo di ferro colle battute, l'una contro il battente, l'altra contro il pilastrino. Nel resto il portone è foderato dalla parte del bacino di assi grosse mt. 0,05.

I ferri che armano i portoni sono: quattro staffoni di ferro, quattro tiranti da battente, uno per pilastrino, due viere al collo del torno, due perni l'uno superiore e l'altro inferiore con pileta, un cappello di lamiera al battente, un rampino in testa al battente con coda e staffa, una catena di due pezzi lunga mt. 6,70 per entrambi i portoni con rampini, anelli ed occhi piombati nei muri di sponda. Sul coronamento della sponda destra vi è tondone di ferro ad angolo per appoggio delle catene.

Per ogni usciolo vi sono: il palo di ferro assicurato con sette cambre, due staffe al perno inferiore per registro, ed una al perno superiore, una tavella di ferro con una calcagna simile ad una reggia all'uscio, per lo sfregamento delle tavelle. Il perno superiore si muove contro una crociera di legno assicurata al muro di sponda e munita in testa di una viera di ferro”

1.4.3.5a Analisi tipologica dello stato di fatto

Anche in questo caso sono diverse le dimensioni del telaio: 2,70 m x 3,67 m; il battente e il torno sono rispettivamente 3,00 m e 3,60 m; il resto della descrizione corrisponde sia per componenti lignei che ferramenta.

Per quanto riguarda portine e portoni esiste la possibilità che le porte originali più antiche siano quelle conservate al Museo della Scienza e della Tecnica Leonardo da Vinci: l'ipotesi è ancora da verificare.

1.4.3.5b Analisi materica

Gli assiti e le travature del telaio strutturale dei portoni sono in legno di rovere.

La ferramenta di assemblaggio e tenuta corrisponde alla descrizione; i chiodi sono forgiati e battuti a mano.

1.4.3.5c Analisi del degrado

- Le componenti lignee dei portoni presentano fenomeni di:
 - *dissesto strutturale* all'aggancio delle ante con cedimento e conseguente fuori piombo
 - *aggressione da insetti silofagi* tarlature diffuse
 - *carie del legno* con marciume e fessurazioni con conseguente friabilità del materiale
 - *deformazione* con imbarcamento e svergolatura dei componenti lignei
 - *fessurazione* del legname massello
 - *alterazione cromatica* del legno determinata dalla patina naturale assunta dal materiale nel tempo e *azzurramento* funghino
 - *patina biologica* di colore verdastro e pulverulente di colore grigio-nero, costituita da microrganismi e favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido
- La ferramenta di assemblaggio delle parti lignee presenta fenomeni di:
 - *ossidazione e corrosione* con presenza di ruggine
 - *manca* di chiodi di tenuta e *sfilamento* per decoesione di quelli esistenti



Foto 9 Portoni visti da monte



Foto 10 Camera dei portoni e particolare dell'uscio di scarico

1.4.3.6 Descrizione ottocentesca del ponte dell'Incoronata

“Il ponte alla fine del sostegno è in un arco di cotto con fregi e spalle di ceppo alte mt. 4,60 dalla soglia all'imposta dell'arco, e di lunghezza metri 3,70. Il parapetto superiore al ponte è di quadri di ceppo, essendovi al di sopra delle spranghe di ferri assicurate ai pezzi di vivo, con cambre di ferro”

1.4.3.6a Analisi tipologica dello stato di fatto

La volta a botte ribassata in cotto risulta intonacata e pertanto non leggibile nella sua tessitura. La volta è contenuta da due archi in conci di ceppo di misure mediamente 1xh0,60x0,50 trattenuti da chiavi metalliche, con fregi e spalle di ceppo e granito.

L'arco in pietra di valle ha una chiave di volta m0,70x0,50x0,50 con scolpito in bassorilievo uno stemma riportante in incisione la data di costruzione: 1778.

I quadri di ceppo del parapetto sono dissestati; il parapetto lapideo di ridotta dimensione è integrato da ferri, come indicato nella descrizione, assicurati alla pietra con piatti di ferro. Il ponte antico, della tipologia tipica a schiena d'asino, potrebbe aver subito la modifica del piano di pavimentazione in epoca recente (inizio '900) con innalzamento delle quote per raccordarsi alle nuove massicciate stradali, che videro la sostituzione degli acciottolati con il selciato in granito Montorfano e granofiro di Cuasso al Monte. Riprova ne è il ritrovamento degli strati dell'originario acciottolato in corrispondenza del primo gradone della scala di discesa al fondo della conca.

1.4.3.6b Analisi materica

Volta a botte originariamente in cotto e attualmente intonacata con malta di cemento.

Due archi trasversali in conci di ceppo rustico lombardo di cui quello a sud presenta la chiave di volta di forma trapezoidale scolpita e incisa in blocco di granito.

Rinfianchi e spalle dei due archi di pietra in ceppo, mentre le spalle della volta in muratura risultano composte di corsi prevalentemente in granito.

Parapetti originali in quadri di ceppo rustico di spessore circa 25 cm e altezza 65 cm circa, fissati tra loro superiormente con cambre di ferro a cui si aggancia anche il parapetto di completamento in tubolare di ferro.

1.4.3.6c Analisi del degrado

- Il ceppo degli archi del ponte, dei parapetti e delle spalle della volta del ponte presenta fenomeni di:
 - *erosione* dei blocchi lapidei e in particolare negli spigoli superiori e in corrispondenza dei giunti dei ceppi da dilavamento delle piogge
 - *alveolizzazione* da dilavamento delle porosità della pietra
 - *disgregazione superficiale* determinata nelle arenarie da escursioni termiche, in particolare gelività e agenti atmosferici
 - *mancaza e perdita di materiale* frammentaria nei conci degli archi, quadri e spalle
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti parietali di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso (in particolare estesa alla fascia inferiore in mattoni) e dalle formazioni di sali minerali presenti nel materiale
 - *croste nere* causate da fenomeno di solfatazione che inglobano polveri e prodotti carboniosi da inquinamento
- L'intradosso della volta in mattoni del ponte presenta fenomeni di:
 - *degradazione antropica* per l'intonacatura con malta impropria di cemento
 - *erosione* di intonaco
 - *esfoliazione* di intonaco
 - *colaticci* da infiltrazione
- Il parapetto in tubolare di ferro e le staffe di ferro del ponte presentano fenomeni di:
 - *ossidazione* con presenza di ruggine diffusa a tutto il manufatto
 - *corrosione generalizzata e crateriforme* con formazione di bucatore del tubolare



Foto 11 Ponte dell'Incoronata da sud

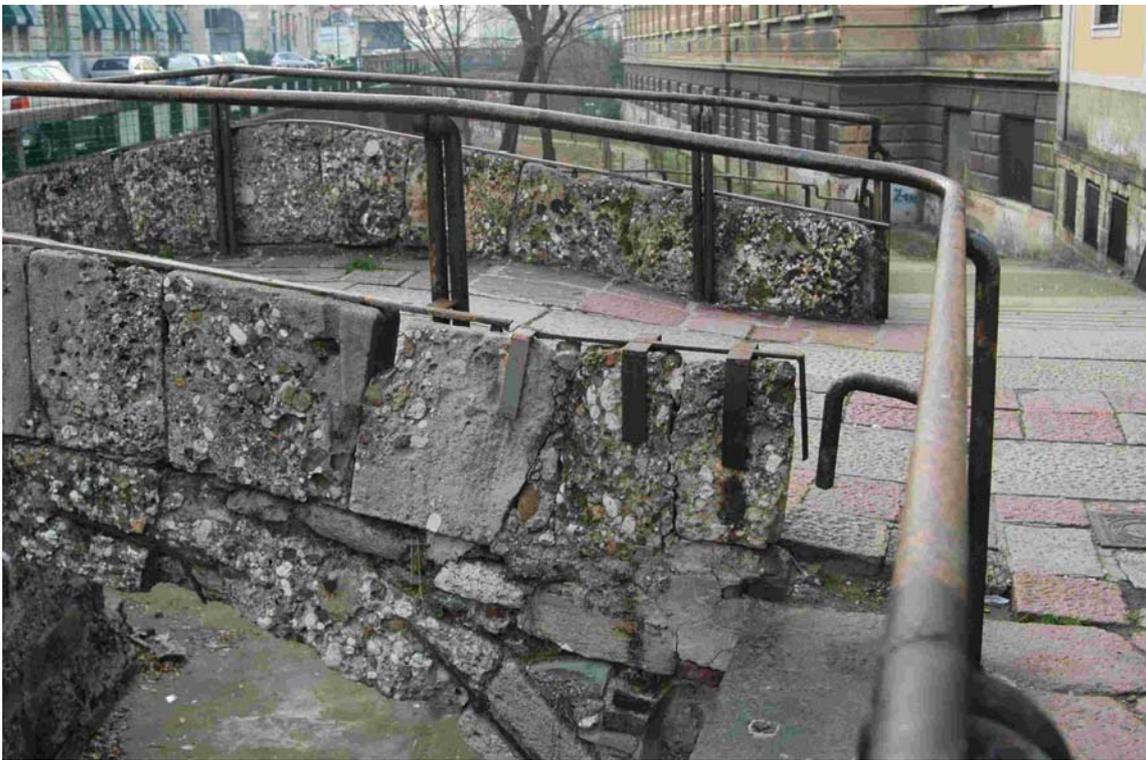


Foto 12 Particolare del parapetto



Foto 13 Ponte dell'Incoronata: particolare della chiave di volta dell'arco in pietra con datazione

1.4.3.7 Descrizione ottocentesca della sponda destra allo sbocco del ponte

“Al di sotto dell'ala di sbocco del ponte, mantenuta dal R. Demanio, segue altra piccola tratta di muro con coronamento di quadri di ceppo pure mantenute come sopra.

Superiormente a questo muro vi è barricata di sei pilastri di vivo con cappello di legno della lunghezza di mt. 19,30 la quale è compresa di quest'appalto.

Muro successivo con rivestimento di morogne squadrate davanti al Caseggiato Pagani e successiva tratta in cotto difesa da n°28 passoni di lunghezza complessiva mt. 74,00 sino ad arrivare al seguente spazio, il tutto mantenuto dal sunnominato proprietario compresa la barricata in legno lungo il detto muro.

Spazio aperto in comunicazione colla roggia del Molino, il quale inferiormente è fiancheggiato dalla spallatura dell'infrascritto ponte Castelfidardo. Questo spazio di larghezza mt. 4,80 viene difeso da tre colonne di rovere, una delle quali piantata nel mezzo dello spazio”.

1.4.3.7a Analisi tipologica dello stato di fatto

Solo la prima parte della descrizione ottocentesca riguarda l'area d'intervento.

La breve tratta di sponda con coronamento in blocchi di ceppo è ancora leggibile, anche se al bordo della rampa originale si è sovrapposta la rampa moderna con base in laterizio e gradini in cls antiscivolo e alzate in massellini di granito.

La muratura risulta composita, con uno strato inferiore h m1,50 circa in corsi di ceppo, e la restante parte, di forma triangolare, in mattone. Sono presenti rappezzamenti in ciottoli e malta allo sbocco del ponte.

Il parapetto antico del tipo a barricata, con pilastri di pietra e cappelli di legno, non esiste più. È sostituito dal parapetto uguale a quello del ponte in tubolari di ferro saldati a montanti doppi.

La sponda di valle conclusiva dell'area della conca, è similmente a quella di monte: un muro in cemento armato a contenimento dell'area inferiore dei giardini pubblici, estesi fino al ponte di Castelfidardo.

1.4.3.7b Analisi materica

Strato inferiore della muratura in corsi di ceppo *rustico* lombardo frammisto a ceppo *gentile* e rappezzi di laterizi e cottoli legati con malta.

Completamento superiore della rampa in corsi di laterizio con coronamento leggibile della rampa originale in corsi di ceppo rustico.

Strato terminale della rampa recente in laterizio e rampa in cls con alzate dei gradini in masselli di granito.

Parapetto della rampa e della sponda in C.A. in tubolari di ferro saldati.

Sponda moderna di chiusura dell'invaso in cemento armato.

1.4.3.7c Analisi del degrado

- Il ceppo e il mattone della muratura della sponda originale presentano fenomeni di:
 - *erosione* da dilavamento delle piogge e da usura dovuta all'antecedente presenza dell'acqua corrente del canale
 - *alveolizzazione* da dilavamento delle porosità della pietra
 - *disgregazione superficiale* determinata nelle arenarie e nei laterizi da escursioni termiche, in particolare gelività, e agenti atmosferici
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *croste nere* causate da fenomeno di solfatazione che inglobano polveri e prodotti carboniosi da inquinamento
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti parietali di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso (in particolare nell'angolo con la parete sud in C.A.) e dalle formazioni di sali minerali presenti nel materiale
 - *degradazione antropica* per la ristilatura dei giunti dei corsi di laterizio/pietra e per la rappezzatura con ciottoli, eseguite con cemento e con modalità di esecuzione impropria (strabordante sul materiale nei giunti)
- Il pavimento della rampa e il fondo in cls presentano fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, fotosintesi e substrati organici
- Il muro in cemento armato della sponda moderna di monte presenta fenomeni di:
 - *degradazione antropica* determinata da atti vandalici (graffiti) e tonalità della colorazione di fondo del calcestruzzo impropria
- Il parapetto in ferro della rampa e della sponda moderna presenta fenomeni di:
 - *ossidazione* diffusa con distacco della vernice e macchie di ruggine
 - *corrosione generalizzata e crateriforme* con formazione di bucatore del tubolare



Foto 14 Sponde a valle del ponte ricostruite in seguito alla copertura del Naviglio.

1.4.3.8 Descrizione ottocentesca della sponda sinistra e della scala allo sbocco del ponte

“Si ritorna al sostegno dell’Incoronata e nell’ala di sbocco del ponte di lunghezza mt. 4,10, di altezza in principio metri 4,20 ed in fine di mt. 2,70 è praticata una scaletta formata da n° 9 gradini di ceppo e uno di cotto di lunghezza cadauno mt. 1,00 la quale serve per la discesa al Naviglio.

Al piede di detto muro d’ala han colonna di rovere di lunghezza mt. 2,60 di diametro mt. 0,20 la quale mediante due saette viene assicurata ad altra colonna simile posta nello spazio di ritiro del seguente muro ed allo stesso muro d’ala.

Segue tratta di muro in cotto di lunghezza mt. 37,50 sino a raggiungere il muro dell’Alzaja sottostante al ponte Castelfidardo, di altezza in principio mt. 4,10 ed in fine mt. 3,10. Questo muro è coperto da coltellata con superiore barricata formata da n° 22 pilastri di granito con cappello e n° 2 funghi per la ferma delle barche pure in granito. In questo muro e precisamente a mt. 18,95 dal piede della suddescritta scaletta trovasi la bocca per lo scarico delle acque dei Bagni di Castelfidardo, larga mt. 2,80 alta all’imposta mt. 0,81 alla serraglia mt. 0,95 con soglia di granito, spalle di ceppo e volto in cotto, mantenuta dalla Società dei Bagni. Vi sono anche tre bocchette di scarico delle pluviali provenienti dalla Strada superiore”



1.4.3.8a Analisi tipologica dello stato di fatto

La scala di servizio all’invaso della conca, attualmente non corrisponde alla descrizione ottocentesca: la rampa risulta formata da 12 alzate, di cui la superiore in cotto, invece delle 10 alzate della descrizione. Si presume che al fondo della rampa originale, già in immersione sotto il livello dell’acqua del canale, ci potesse essere un pianerottolo poi rimosso. Inoltre la scala risulta essere più ampia di quella descritta (in alto circa m1,80,

in basso m1,30) ed è importante rilevare che appare composta da due parti giuntate, una in ceppo larga 1m e l'altra in granito: probabilmente la sponda originale corrispondente all'ala di sbocco del ponte è stata modificata e la scala allargata con le parti in granito. Ulteriore riprova di questa ipotesi è la situazione che si riscontra all'accesso della scala dal ponte: lì si trova un paracarro in granito incastrato nelle stratificazioni della massicciata d'angolo ed è leggibile l'originale livello della pavimentazione con acciottolato del ponte. Si presume che l'accesso alla scala originale ridotta si trovasse in quel punto. Le due colonne in rovere al piede del muro d'ala sono andate perse. Dell'alta parete in mattoni a vista, lunga in origine m37,50, oggi rimane il tratto di circa m17, mentre la restante parte risulta interrata nei giardini pubblici ricavati con la copertura del Naviglio sotto il ponte di Castelfidardo. Così come è interrata la bocca per lo scarico delle acque degli ex-bagni, posta secondo il testo a 18.95 m. La coltellata di mattoni sommitale e l'ultima fascia di corsi di mattone della parete appare un sopralzo di epoca più recente della muratura sottostante (circa 30/40cm): si spiega con la già evidenziata modifica della sede stradale di via S.Marco. Sono ancora presenti i due funghi (bitte) e il parapetto a barricata tra i due ponti con 22 pilastri e cappelli di granito.

1.4.3.8b Analisi materica

Parete in mattoni faccia a vista, che risulta in massima parte originale tranne la fascia sommitale con la coltellata che risale al 900.

I corsi di mattone più antichi sono costituiti da elementi sfalsati di dimensioni cm12xh4/5 di colore rosso scuro, con giunti di malta tipo pozzolanico e pietrisco fine di 1/2cm

Quelli del sopralzo recente e delle varie rappezzature hanno dimensioni di cm10,5xh6x22prof. e sono di colore più chiaro, con malte cementizie nei giunti.

La scala di discesa è composta di due parti: nella parte originale i gradini sono blocchi giustapposti di ceppo *rustico* dell'Adda, con dimensioni variabili da cm30/35 in altezza, a cm60/100 in lunghezza e cm30/35 in profondità; nella parte ampliata i gradini sono masselli di granito misto mattone.

Il muretto di sponda alla scala e di sbocco al ponte, è una parete in corsi di ceppo rustico fortemente erosi, con terminale di mattoni posati di coltello di recente fattura.

Il parapetto lapideo lungo tutta la sponda è l'originale del tipo a barricata con pilastri e cappelli in massello lavorato di granito Montorfano, leggermente stonati superiormente e bocciardati sulle facce a vista.

1.4.3.8c Analisi del degrado

- Il mattone della muratura della sponda originale presenta fenomeni di:
 - *erosione* dei mattoni da dilavamento delle piogge e da usura dovuta all'antecedente presenza dell'acqua corrente del canale
 - *erosione* dei ceppi della sponda di sbocco del ponte da dilavamento delle piogge
 - *alveolizzazione* da dilavamento delle porosità della pietra
 - *disgregazione superficiale* determinata nelle arenarie e nei laterizi da escursioni termiche, in particolare gelività, e agenti atmosferici
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti parietali di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso (in particolare nell'angolo con la parete nord in C.A.) e dalle formazioni di sali minerali presenti nel materiale
 - *degradazione antropica* per la ristilatura dei giunti dei corsi di laterizio e di pietra eseguita con cemento e con modalità di esecuzione impropria (strabordante)

- Il pavimento della sponda originale presenta fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, fotosintesi e substrati organici
- Il muro in cemento armato della sponda moderna di valle presenta fenomeni di:
 - *degradazione antropica* determinata da atti vandalici (graffiti) e tonalità della colorazione di fondo del calcestruzzo impropria
- Il parapetto in ferro della sponda sud in C.A. presenta fenomeni di:
 - *ossidazione* diffusa con distacco della vernice e macchie di ruggine
 - *corrosione generalizzata e crateriforme* con formazione di bucatore del tubolare
- Il parapetto originale in granito del margine rialzato di via S. Marco, presenta fenomeni di:
 - *alterazione cromatica* del granito determinata dalla patina naturale
 - *distacco dei giunti* non importante per la stabilità del parapetto
 - *degradazione antropica* per l'inserimento di una rete metallica fissata al parapetto
- Il fondo dell'area a monte delle portine presenta fenomeni di:
 - *deposito superficiale* tenero e tenace per accumulo di polvere, terriccio e guano
 - *degrado biologico* costituito da insediamenti di licheni, muschi e piante favoriti dall'umidità relativa alta, ventilazione scarsa, fotosintesi e substrati organici
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi favorita nel suo formarsi dall'ambiente particolarmente umido dell'invaso



Foto 15 Sponda sinistra: scala di accesso al fondo

1.4.3.9 Descrizione del casello di servizio in mattoni (inizio '900)

Non esiste descrizione della casetta ottagonale in laterizio con tetto a cuspide: evidentemente è un manufatto posteriore alla descrizione del 1886.

Caselli di servizio identici al nostro compaiono in molte conche del Naviglio Pavese, facendo pensare a una produzione seriale in uno stesso periodo.

Il casello compare nelle rappresentazioni pittoriche dell'inizio '900 (vedi litografia "Il Ponte di Porta Nuova" di Sandro Biazzi) e nelle fotografie degli anni '20 del novecento: probabilmente è un manufatto di fine '800/inizio '900.

1.4.3.9a Analisi tipologica dello stato di fatto

Il casello è stato di recente restaurato, con rifacimento del manto del tetto a cuspide in rame (in origine il tetto era rivestito in piombo).

La costruzione è a pianta quadrata di lato m 2,15 con spigoli smussati larghi 50 cm e altezza m 3,25 sottogronda. Ha uno zoccolo di granito h 13 cm

1.4.3.9b Analisi materica

Muratura in mattoni faccia a vista, con pezzi speciali quali gli elementi angolari, i monoblocchi in cotto delle finestrelle e i pezzi sagomati della cornice terminale.

Porta di accesso in ferro verniciato.

Zoccolo in granito Montorfano.

Struttura lignea del tetto e manto in lastre di rame.

1.4.3.10c Analisi del degrado

- Il mattone della muratura del casello presenta fenomeni di:
 - *erosione* dei mattoni da dilavamento delle piogge
 - *disgregazione superficiale* determinata nei laterizi da escursioni termiche, in particolare gelività, e agenti atmosferici
 - *deposito superficiale* tenero costituito da accumulo di polvere e terriccio
 - *patina biologica* di colore verde costituita da microrganismi
 - *croste nere* causate da fenomeno di solfatazione che inglobano polveri e prodotti carboniosi da inquinamento
 - *degradazione antropica* determinata da atti vandalici (graffiti)
 - *mancaza e perdita di materiale* frammentaria nei mattoni del paramento e nei monoblocchi delle finestrelle
 - *distacco dei giunti* di malta dell'allettamento dei mattoni
- La porta metallica del casello presenta fenomeni di:
 - *ossidazione* diffusa con distacco della vernice e macchie di ruggine



Foto 17 Casello di servizio inizio '900

1.5. SCHEDE DEI MATERIALI LAPIDEI PRESENTI NELLA CONCA

ZONA DI ESTRAZIONE PROVINCIA DI BERGAMO

CEPPO LOMBARDO

CLASSIFICAZIONE

Roccia sedimentaria (conglomerato, arenaria),.

CARATTERI

Grana molto variabile, compattezza mediocre. Componenti: quarzo, calcite e silicati con cemento calcitico.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Appartiene ad una formazione dell'era quaternaria (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore) di origine fluviale. È presente nell'alta pianura lombarda tra Varese e Brescia. È stato anche denominato "Ceppo dell'Adda" e "Ceppo del Brembo" per gli estesi affioramenti sul fondo dei profondi *canyon* che questi corsi d'acqua hanno inciso nei depositi fluvioglaciali.

ESTRAZIONE

Le cave principali erano ubicate alla confluenza dell'Adda con il Brembo (Trezzo, Brembate). Se ne distinguono tre varietà: Ceppo rustico (conglomerato), multicolore; Ceppo mezzano; Ceppo gentile (arenaria) colore grigio-giallastro. In cava, queste varietà si susseguono irregolarmente, il passaggio da una all'altra può essere molto netto.

IMPIEGO

L'impiego delle tre varietà è condizionato dalla loro granulometria. Il *rustico*, grossolano, è adatto per gli zoccoli degli edifici; il *mezzano* è utilizzato nelle membrature; il *gentile*, fine, è adatto per le decorazioni e le sculture.

Può essere considerato come il materiale lapideo più utilizzato per le costruzioni milanesi sia dal punto di vista quantitativo che da quello cronologico. Nel periodo romano costituì il materiale più resistente e adatto alle costruzioni con grandi blocchi: ad esempio nell'anfiteatro, nel teatro e nel circo. È poi documentato nell'età comunale, accompagnato al laterizio, al Serizzo ed al Ghiandone: ad esempio nelle murature della Loggia dei Mercanti e di numerose chiese romaniche. Dopo un calo di interesse nel Rinascimento, la pietra tornò ad essere impiegata nel secolo XVI: palazzi dei Giureconsulti, Marino, degli Omenoni; chiese di San Lorenzo, San Sebastiano e Sant' Alessandro. Nel secolo XVIII e nel periodo napoleonico il ceppo fu spesso abbinato alle superfici intonacate, come nel palazzo Litta e nell'Arena civica. A Pavia fu utilizzato soprattutto nel periodo medievale per le murature di chiese e torri.

ALTERAZIONI

Nel Ceppo rustico, utilizzato con superfici solo sbazzate, sono evidenti solo eventuali fenomeni di solfatazione con formazione di croste nere. Nel Ceppo gentile, maggiormente lavorato, si verificano anche importanti fenomeni di erosione fino a disgregazione a seconda del grado di esposizione agli agenti atmosferici.

ZONA DI ESTRAZIONE PROVINCIA VERBANO-CUSIO-OSSOLA

GRANITO DI BAVENO

CLASSIFICAZIONE

Roccia magmatica (granito).

CARATTERI

Colore rosa e bianco con punteggiatura nera; grana media ed uniforme, compattezza notevole. Componenti: quarzo, ortoclasio, plagioclasio, biotite.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Appartiene ad una massa magmatica, i cosiddetti "Graniti dei Laghi" espressione del plutonismo ercinico, che affiora sulla sponda occidentale del lago Maggiore e che costituisce il Mottarone (lunghezza circa 10 km, larghezza circa 3 km). Le rocce incassanti sono gneiss e

micascisti della "Serie dei Laghi".

ESTRAZIONE

Le cave principali sono ubicate a monte degli abitati di Baveno (Feriolo); esse sono attive fin dall'inizio del XVI secolo ed il loro sfruttamento prosegue tuttora.

IMPIEGO

L'impiego del granito nell'architettura milanese si sviluppò solo nel XVI secolo soprattutto per pilastri e colonne (Lazzaretto, demolito nel 1880). L'uso si diffuse nel XVII secolo con i fusti per le colonne dei cortili dei grandi palazzi come Brera, del Senato, del Seminario, Ospedale Maggiore, Stelline e delle facciate di edifici religiosi come Santa Maria alla Porta e Sant'Alessandro. La possibilità di cavare grandi blocchi favorì l'impiego di monoliti giganteschi, come le due colonne nella controfacciata del Duomo, altezza 18 braccia milanesi (1637-45), e le colonne previste e mai realizzate per la facciata del Duomo progettata dal Pellegrini (1628): dieci lunghe 33 braccia e sei lunghe 26 braccia (1 braccio m. = 59,5 cm). Nel secolo XVIII il granito fu utilizzato negli zoccoli e nelle membrature architettoniche delle facciate associate a sfondi intonacati come nel Teatro alla Scala e Palazzo Litta. Inoltre fu utilizzato in palazzi e abitazioni civili a Pavia, Piacenza, Vigevano, ecc. e comparve anche in diversi edifici torinesi, come la Mole Antonelliana, il palazzo Carignano (facciata del 1867) e il monumento a Vittorio Emanuele II. Fallì invece l'uso del granito di Baveno per le carreggiate delle vie cittadine: la scarsa resistenza all'usura gli fece preferire il Granito di San Fedelino. Nella seconda metà del XIX secolo, a parte l'esempio della Galleria Vittorio Emanuele e del Cimitero Monumentale, il granito fu impiegato quasi esclusivamente negli zoccoli degli edifici in concomitanza con l'affermarsi delle pietre artificiali. Nel XX secolo il granito fu invece utilizzato da architetti come Luca Beltrami, Piero Portaluppi, Giovanni Muzio, Elio Frisia, Piero Bottoni, Mario Asnago e Claudio Vender, Luigi Figini e Gino Pollini, Pietro Lingeri, Marco Zanuso per il rivestimento di edifici privati milanesi. Abbondante uso ne venne fatto anche nell'architettura cimiteriale caratteristica della fine XIX - inizio XX secolo.

ALTERAZIONI

Scagliatura cioè distacco di frammenti tridimensionali, a causa della cristallizzazione di sali presenti nell'umidità di risalita capillare che interessa soprattutto le zoccolature, le basi dei pilastri e delle colonne.

GRANITO DI MONTORFANO

CLASSIFICAZIONE

Roccia magmatica (granito).

CARATTERI

Colore bianco con punteggiatura nera; grana media ed uniforme, compattezza notevole.

Componenti: quarzo, ortoclasio, plagioclasio, biotite.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Appartiene ad un plutone dei "Graniti dei Laghi" che affiora in corrispondenza del Mont'Orfano, altura isolata fra il corso del Toce e il lago Maggiore, con diametro di circa 2 km.

ESTRAZIONE

Le cave sono aperte su diversi versanti del Mont'Orfano e la coltivazione prosegue tuttora.

IMPIEGO

Fu utilizzato localmente anche in epoca medievale, ma l'impiego su larga scala, pur in misura minore rispetto a quello del granito di Baveno, cominciò solo nel XVI secolo (alcune colonne del Lazzaretto, Cappella Trivulzio, chiostro di S. Pietro in Gessate) e proseguì poi nel XVII (chiesa di S. Angelo, chiostri del convento di S. Vittore, cortile dell'Ospedale Maggiore di Milano). Nel XIX secolo il granito bianco venne ampiamente utilizzato anche in Piemonte (nel Duomo e nel Mercato di Novara) e per le colonne delle navate nella ricostruzione ottocentesca della basilica di San Paolo fuori le mura Roma (1854). Nel XX secolo fu usato da architetti come Giuseppe Sommaruga e Aldo Andreani in alcuni edifici privati milanesi.

ALTERAZIONI

Scagliatura, macchiatura brunastra superficiale in corrispondenza della biotite.

BEOLA e SERIZZO

CLASSIFICAZIONE

Rocce metamorfiche (gneiss).

CARATTERI

Colore grigio con macchie e striature bianche; scistosità molto pronunciata (**Beola**). Colore grigio, scistosità evidente (**Serizzo**). Componenti: quarzo, feldspato, muscovite.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La Beola appartiene alla "Falda del Monte Rosa", un'unità penninica superiore costituita da diverse rocce metamorfiche tra cui gli gneiss, derivati dal metamorfismo di graniti.

Il Serizzo appartiene alla Falda Antigorio delle Unità penniniche inferiori, costituita per lo più da gneiss occhiadini.

ESTRAZIONE

Le cave di Beola sono ubicate in Val d'Ossola presso l'abitato di Beura (Domodossola).

Attualmente sono commerciate diverse varietà distinte in base al colore (bianca, grigia, ghiandonata).

Le numerose cave di Serizzo sono sparse nell'alta Val d'Ossola e, soprattutto, in valle Antigorio. Attualmente sono commerciate le varietà Serizzo Antigorio e Serizzo Formazza.

IMPIEGO

La beola ebbe impiego diffuso nell'edilizia civile per l'elevata resistenza all'usura: lastre per i gradini delle scale, per i balconi, per gli zoccoli, per la coperture dei tetti..

Il Serizzo ebbe grande impiego per i fusti delle colonne dall'età romana fino alla fine del XV secolo (Ospedale Maggiore), quando fu sostituito dai graniti. A Milano fu utilizzato sia per lo zoccolo che per il nucleo interno dei piloni del Duomo. Nel XX secolo, soprattutto il Serizzo ebbe largo impiego per il rivestimento di edifici privati.

ALTERAZIONI

Scagliatura.

<p style="text-align: center;">ZONA DI ESTRAZIONE PROVINCIA DI VARESE</p>

GRANOFIRO DI CUASSO AL MONTE

Si tratta di una roccia magmatica ipoabissale (granofiro) a composizione silicatica (quarzo, feldspato, plagioclasio) di colore rosso-aranciato riferita al Permiano. Le cave principali sono ubicate presso l'abitato di Cuasso al Monte in Val Ceresio, ma un tempo erano attive anche presso il monte Mondonico in Valganna. Fu impiegato in blocchi e blocchetti nelle pavimentazioni stradali e, più raramente, negli zoccoli degli edifici e nell'architettura cimiteriale alla fine XIX - inizi XX secolo.

PIETRA DI ANGERA

CLASSIFICAZIONE

Roccia sedimentaria (dolomia).

CARATTERI

Colore rosa, giallo, bianco; grana finissima; elevata porosità con cavità uniformemente distribuite. Componenti: dolomite.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Appartiene alla serie sedimentaria delle Alpi meridionali; formazione della "Dolomia principale" (periodo Triassico).

ESTRAZIONE

Le cave sono ubicate presso l'abitato di Angera sulla sponda orientale del lago Maggiore. Una pietra simile si trova sulla sponda occidentale (Arona).

IMPIEGO

L'impiego fu notevole fin dall'età comunale sia per le strutture che per le decorazioni, grazie anche alla facilità di lavorazione e alla buona scolpibilità. Nel Seicento le cave furono abbandonate probabilmente per non compromettere la stabilità della sovrastante roccia dei Borromeo e la coltivazione riprese solo saltuariamente. In particolare si ricordano le decorazioni del cortile dell'Ospedale Maggiore (ora Università Statale - secoli XV/XVII) e della facciata

della chiesa della Certosa di Milano (secolo XVI). Altri esempi milanesi sono le facciate di San Fedele e di San Raffaele entrambe del secolo XVII. Nel Cimitero Monumentale (seconda metà XIX secolo) fu utilizzata per le basi delle colonne degli edifici principali. Fu utilizzata anche a Pavia sia nelle murature che nelle decorazioni di edifici religiosi (San Pietro in Ciel d'Oro, chiesa della Certosa) e di edifici civili (Collegio Borromeo) e a Parma (facciata di S. Giovanni Evangelista, inizio XVII secolo).

ALTERAZIONI

Erosione superficiale fino a disgregazione, possibilità di solfatazione con formazione di croste.

PIETRA DI VIGGIÙ E PIETRA DI SALTRIO

CLASSIFICAZIONE

Rocce sedimentarie (calcare - intraoosparite).

CARATTERI

Si distinguono due varietà: una a grana media di colore nocciola (calcarenite) ed una a grana fine di colore grigio. Entrambe hanno notevole compattezza. Componenti: calcite, dolomite, quarzo.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Appartengono alla serie sedimentaria delle Alpi meridionali; formazione dei "Calcari selciferi lombardi" (Giurassico) formazione che affiora in tutta la fascia prealpina della provincia di Varese (Campo dei Fiori).

ESTRAZIONE

Le cave sono ubicate nella Val Ceresio in prossimità del confine svizzero (Viggiù, Saltrio, Brenno Useria). Le cave erano coltivate in galleria, lasciando in posto grandi pilastri di roccia per sostenere le volte, a causa del limitato spessore dello strato calcarenitico, sovrastato da decine e decine di metri di roccia ricca di selce e quindi non utilizzabile.

IMPIEGO

Come per la maggior parte dei litotipi, l'impiego si allarga man mano a partire dalle aree limitrofe alle cave: ad esempio il fonte battesimale del Battistero di Varese (XIII secolo), il santuario di Saronno e la cattedrale di San Lorenzo a Lugano (inizio XVI secolo). A Milano, i primi esempi risalgono al secolo XV (colonne del piccolo chiostro di S. Maria delle Grazie e colonnine della tribuna bramantesca). L'uso divenne massiccio nei secoli XVII e XVIII per le membrature architettoniche delle facciate degli edifici privati, in associazione con gli sfondati intonacati, ad esempio a Milano i palazzi Reale, della Biblioteca Ambrosiana, Annoni, Archinto, Litta, Trivulzio, Tharsis e il teatro alla Scala; anche gli edifici religiosi utilizzarono queste pietre sia per le strutture che per le decorazioni (Santa Maria Consolazione, Santa Maria alla Porta, San Francesco di Paola, San Paolo Converso, San Tomaso in Terramara). Nel secolo XIX la pietra fu impiegata soprattutto per portali, finestre e balaustre dei balconi degli edifici, ma anche per la parte superiore degli arconi della Galleria Vittorio Emanuele.

L'uso cessò alla fine del XIX secolo con l'avvento della pietra artificiale, nuovo materiale che consentiva di realizzare gli stessi motivi decorativi con una spesa nettamente minore.

ALTERAZIONI

Erosione superficiale fino a disgregazione, possibilità di solfatazione con formazione di croste, alterazione cromatica nelle varietà di colore grigio.

<p style="text-align: center;">ZONA DI ESTRAZIONE PROVINCIA DI SONDRIO</p>
--

GHIANDONE E SERIZZO

CLASSIFICAZIONE

Rocce magmatiche (Ghiandone = granodiorite; Serizzo = diorite).

CARATTERI

Colore grigio con macchie bianche, grana grossa (Ghiandone). Componenti: quarzo, ortoclasio, biotite.

Colore grigio uniforme, grana medio-fine (Serizzo). Componenti: plagioclasio, anfibolo, quarzo.

Compattezza notevole in entrambe.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Appartengono ad una massa magmatica (plutone) che affiora nella Val Màsino (Sondrio) e nella vicina Val Bregaglia (canton Grigioni) per un diametro di circa 10 km; le rocce incassanti sono micascisti e gneiss. La granodiorite occupa la parte alta della valle e passa gradatamente nella diorite verso il centro valle.

ESTRAZIONE

Le cave attuali sono ubicate nell'alta Val Màsino, ma in passato queste pietre sono state cavate dai grandi massi erratici trasportati dai ghiacciai quaternari e depositati in tutta la Brianza.

IMPIEGO

Per le loro ottime caratteristiche meccaniche e di durezza queste pietre furono impiegate fin dall'epoca romana, gli esempi riguardano molte città lombarde. A Milano se ne trovano nell'anfiteatro romano, nei pilastri della Loggia dei Mercanti e negli archi di Porta Nuova (XIII secolo), nelle murature delle chiese romaniche anche come riuso da edifici più antichi. L'uso decrebbe nei secoli successivi in seguito all'affermarsi dei graniti del lago Maggiore. Nel XX secolo ebbe invece un cospicuo impiego sia negli zoccoli degli edifici che come rivestimento anche in blocchi di grandi dimensioni, soprattutto con finitura a sabbia come in Palazzo Castiglioni (arch. Giuseppe Sommaruga, 1904).

ALTERAZIONI

Scagliatura, a causa della cristallizzazione di sali presenti nell'umidità di risalita capillare che interessa soprattutto le zoccolature, le basi dei pilastri e delle colonne.

1.6. SCHEDE DELLE TERMINOLOGIE DEI DEGRADI PRESENTI IN CONCA

ABACO DEI DEGRADI

Al fine di agevolare il compito di riconoscimento e descrizione delle patologie degenerative inerenti ai materiali lapidei, alle superfici intonacate, nonché alle tinteggiature, si è ritenuto opportuno fornire l'abaco, ordinato alfabeticamente per distinte voci, delle principali forme e tipologie di degradazione dei materiali stilato dalla Commissione NorMaL (Normativa Manufatti Lapidei) inerente il lessico per la descrizione delle alterazioni e degradazioni macroscopiche dei materiali lapidei, integrato da voci aggiuntive e da brevi note a commento o eventuali maggiori puntualizzazioni di quanto descritto. È opportuno ricordare come nelle Raccomandazioni NorMaL 1/80 e nel loro aggiornamento NorMaL 1/88 con il termine materiale lapideo vengano intesi, oltre che i marmi e le pietre propriamente detti anche gli stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici impiegati in architettura (laterizi e cotti).

Agressione da insetti silofagi (tarlatura)

La patologia interessa i materiali lignei e si manifesta con discontinuità rotondegianti (fori di sfarfallamento) di numero, forma e dimensioni variabili, secondo l'intensità dell'attacco e delle specie di appartenenza dell'insetto, che determinano una soluzione di continuità dei tessuti in superficie e in profondità (gallerie)

Alterazione cromatica

«Alterazione che si manifesta attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta (hue), chiarezza (value), saturazione (chroma). Può manifestarsi con morfologie diverse a seconda delle condizioni e può riferirsi a zone ampie o localizzate» (NorMaL 1/88). Si tratta di modificazione che non implica necessariamente un peggioramento delle caratteristiche sotto il profilo conservativo, sovente causata dalla patina naturale assunta nel tempo dal materiale. Le alterazioni cromatiche possono essere presenti, sia sulla superficie del materiale, se questo non presenta degradazione, sia sul "fondo" o sui margini di questo se è presente degradazione. I materiali interessati a questa patologia, oltre a quelli lapidei naturali, sono i materiali ceramici ed il legno, in questo ultimo caso la degradazione può assumere il nome di "Azzurramento" (solitamente dovuto dall'attacco da parte di funghi silofagi; il legno si presenta con macchie, strisce fiammature di colore più o meno azzurro-violace fino a nerastre).

Alveolizzazione

«Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine alveolizzazione a cariatura» (NorMaL 1/88). Tale patologia di degrado è riscontrabile soprattutto nei materiali calcarei di minore resistenza meccanica maggiormente esposti agli agenti atmosferici ed al dilavamento. In materiali particolarmente porosi, in presenza anche di modeste quantità di sali solubili (0,2-0,4%) in zone climatiche dove sono frequenti fenomeni di rapida evaporazione delle superfici lapidee esposte alle intemperie si può verificare la formazione di alveoli, talvolta molto profondi e comunicanti tra loro, generalmente con distribuzione non uniforme, le cui pareti possono essere ricoperte da polvere dello stesso materiale, da efflorescenze ovvero, da colonie di microrganismi (v. sub-efflorescenze). Le soluzioni saline che si formano in seguito all'assorbimento d'acqua, tendono, in seguito all'evaporazione, a cristallizzarsi con conseguente aumento di volume. I pori del materiale subiscono pressioni superiori alle capacità di resistenza dello stesso e si sfaldano. Generalmente l'alveolizzazione ha inizio attorno alle pareti dei pori, ovvero nelle zone di discontinuità strutturale dove è, appunto, maggiore l'evaporazione. Questa patologia di degrado si può manifestare fortemente differenziata (disgregazione selettiva) in ragione alle variazioni locali della struttura della pietra. I materiali interessati a questa patologia di degrado sono quelli lapidei naturali (tufi e calcareniti in primis) ed i laterizi.

Carbonatazione

Formazione di veli biancastri detti "calcino" sovente «causata dalla circolazione dell'umidità a doppio senso, ovverosia in entrata ed in uscita nello stesso punto. L'anidride carbonica, trasportata dalla pioggia, a contatto con il carbonato di calcio delle malte degli intonaci si combina chimicamente. Una volta che è avvenuta l'infiltrazione dall'esterno, il processo essiccativo provoca un ritorno di acqua verso la superficie stavolta, però, satura di sali di calcio. L'evaporazione dell'acqua con un eccesso di anidride carbonica produce la formazione di carbonato di calcio. Tale fenomeno tende poi ad assestarsi poiché, una volta formatesi, il velo superficiale genera uno sbarramento occludendo progressivamente i pori e non permettendo quindi all'acqua di penetrare e di innescare di nuovo il processo di calcinazione».

Con il termine carbonatazione s'indica, inoltre, uno dei processi di degrado del calcestruzzo, dovuto alla progressiva penetrazione dell'anidride carbonica nelle micro-fessurazioni e nelle porosità presenti sulla superficie. Nei calcestruzzi armati la carbonatazione contribuisce alla diminuzione del pH con conseguente diminuzione della protezione dell'acciaio.

Carie del legno

Attacco fungino, marciume del durame, carie o marciume dell'alburno, carie a cubetti sono denominazioni alternative a questa particolare alterazione del legno. Solitamente l'aggressione si manifesta con fessurazioni trasversali e longitudinali che danno vita a parallelepipedi (simili a cubetti) ricordando, nell'aspetto, il legno carbonizzato. Il materiale, in avanzato stato di degrado, diviene friabile (può essere inciso e/o scalfito con la sola pressione e traslazione dell'unghia) e forma una polvere inconsistente di colore bruno (carie bruna). L'attacco di può, anche, manifestare con un'alterazione cromatica del legno che schiarisce diventando biancastro o giallastro, in ogni caso, dissimile dalle parti non degradate. In linea generale il materiale mantiene la sua struttura fibrosa ma diventa molle e si spezza facilmente senza però essere friabile.

Colaticcio

I colaticci sono un effetto del ruscellamento delle acque meteoriche le quali, in presenza di un rallentamento della velocità di discesa, ridepositano le polveri sulla superficie muraria; i colaticci hanno, prevalentemente, andamento verticale ma, il loro cammino è, sovente, sinuoso anche lungo superfici apparentemente lisce, a causa delle microasperità che deviano il percorso delle gocce. La dimensione e la localizzazione del colaticcio dipendono dall'orientamento della facciata, dalla quantità di depositi superficiali presenti e dalla porosità del materiale

dell'apparecchio murario. La presenza di colaticci è, generalmente, localizzata al di sotto di modanature architettoniche sporgenti, cornicioni, davanzali ecc. (v. concrezione)

Concrezione

«Deposito compatto generalmente formato da elementi di estensione limitata, sviluppato preferenzialmente in una sola direzione non coincidente con la superficie lapidea. Talora può assumere forma stalattitica o stalagmatica» (NorMaL 1/88). Questa degradazione si riscontra su materiali lapidei naturali come calcari, arenarie, travertino in presenza di permanenze umide prorogate nel tempo in ambiente protetto con migrazione, deposito e mineralizzazione di sali. (v. colaticcio)

Corrosione

Fenomeno “spontaneo” di degrado fisico-chimico superficiale, tipico dei metalli, che si verifica per l'interazione tra il materiale e gli agenti atmosferici. Gli agenti corrosivi più comuni sono l'ossigeno e l'acqua; l'umidità e la temperatura esercitano un'influenza sulla velocità di corrosione. In ambiente marino l'aerosol può sia depositare sali sia accelerare i processi corrosivi. Si possono innescare fenomeni di corrosione anche per contatto tra due metalli diversi. In linea generale la corrosione inizia superficialmente per poi propagarsi in profondità¹⁹, questo perché lo strato superficiale non è resistente e compatto ma poroso e facilmente fratturabile. A seconda della sua struttura un manufatto metallico può subire varie forme di corrosione: corrosione generalizzata, corrosione localizzata o crateriforme (avviene localmente dando vita a crateri e ulcere), corrosione intergranulare (quando il fenomeno interessa l'interno dei grani, producendo delle cavità e lasciando quasi del tutto inalterato il bordo) ecc. (v. erosione)

Crosta

«Strato superficiale di alterazione del materiale lapideo o dei prodotti utilizzati per eventuali trattamenti. Di spessore variabile, è dura, fragile e distinguibile dalle parti sottostanti per le caratteristiche morfologiche e, spesso, per il colore. Può distaccarsi anche spontaneamente dal substrato che, in genere, si presenta disgregato e/o pulverulento» (NorMaL 1/88). Negli intonaci dipinti si può manifestare questo tipo di degrado qualora strati di colore mineralizzati perdano il contatto dal supporto o dallo strato sottostante cristallizzato in misura minore dando vita a sottili lamelle precarie, facilmente removibili dalla superficie. La crosta può anche essere influenzata dalla presenza di sostanze aggiunte che, col tempo, tendono a far irrigidire la pellicola cromatica superficiale fino a distaccare gli strati pittorici più resistenti dal supporto interno meno coeso. Le croste più comuni sono le cosiddette “croste nere”, (causate dal fenomeno della solfatazione) che inglobano polveri, pollini e prodotti carboniosi da inquinamento in un magma organico, spesso di natura lipidica. Questo tipo di crosta (che si può presentare con una superficie liscia, leggermente ruvida o ruvida con struttura detritica) col tempo tende ad ispessirsi (da 0,1 a 8 mm) ad indurirsi sempre di più ed a diventare meno porosa accentuando così la diversità di comportamento meccanico e termico tra essa e la pietra sottostante (la crosta, essendo nera, tende ad assorbire più della pietra le radiazioni solari, con conseguente maggiore dilatazione). La fase successiva è la fratturazione o fessurazione, cui segue la conseguente caduta, spesso accompagnata dalla disgregazione del materiale lapideo sottostante. L'ubicazione di questi depositi è generalmente ristretta alle zone più riparate dalla pioggia battente o dal dilavamento che essa provoca (sottotetti, sottosquadri d'ogni tipo ecc.) ma non di rado si osserva in zone esposte, anche se non direttamente al lavaggio meteorico. I materiali interessati a questa patologia di degrado sono oltre a quelli lapidei naturali ed artificiali, quelli ceramici ed i metalli.

Decoesione

«Degradazione non sempre visivamente apprezzabile, che si manifesta con una diminuzione di coesione e di adesione tra i componenti strutturali, con aumento di porosità e lieve peggioramento delle caratteristiche meccaniche originarie. In relazione agli stati di progressione del processo, prende i nomi di disgregazione e di polverizzazione» (NorMaL 1/88).

Deformazione

«Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si presenta in elementi lastriformi» (NorMaL 1/88). Questa condizione di degrado può interessare, sia i rivestimenti lapidei di limitato spessore (lastre marmoree, lapidi e targhe ecc.), sia il legno. Può, a secondo della deformazione geometrica, assumere la denominazione di "svergolamento", "imbarcamento", falcatura".

Degradazione cromatica

Processo di decadimento conservativo che comporta la variazione cromatica degli intonaci in relazione a manifestazioni degenerative come, ad esempio, la "solubilizzazione" della calce carbonatata in presenza di umidità (diretta o indiretta) determina la disgregazione della materia, la decoesione del legante minerale con polverizzazione dei pigmenti e laprogressiva decolorazione degli strati superficiali.

Degrado antropico

«Qualsiasi forma d'alterazione ovvero di modificazione dello stato di conservazione di un bene culturale o del contesto in cui esso è inserito quando questa azione è indotta dall'uso improprio» (NorMaL 1/88); le morfologie sono, ovviamente, le più svariate come del resto lo sono le cause che possono essere riscontrate in atti di vandalismo (graffiti, murali ecc), in collocazione non appropriata d'elementi tecnologici o di cavi (energia elettrica, telefono ecc.), nell'uso non compatibile d'alcuni tipi di materiali edili (alluminio, pvc ecc.) ed, infine, nell'assenza di manutenzione.

Deposito superficiale

«Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali, ad esempio, polvere, terriccio, guano ecc. Ha spessore variabile e, generalmente, scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante» (NorMaL 1/88). Per le superfici esterne degli edifici la presenza dei depositi superficiali trae origine in modo considerevole dall'esposizione (sarà, infatti, più rilevante nelle zone protette dai venti e dalle piogge), dalla scabrosità del fondo e dalla eventuale rugosità del trattamento (ad es., le finiture "a buccia di arancio" e "a pinocchio" determinano una rapida formazione di depositi estranei)²⁵. In relazione al tipo di deposito nonché al differente grado di stratificazione²⁶ può risultare molto tenero (si incide con un'unghia), tenero (si incide per pressione e traslazione) tenace (non viene scalfito dall'unghia) molto tenace (viene scalfito con l'aiuto di uno strumento metallico appuntito).

Disgregazione

«Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche» (NorMaL 1/88). Il progressivo distacco dei granuli viene favorito dall'allargamento dei vuoti intergranulari ed intragranulari per progressiva soluzione del cemento calcitico. Questa patologia può essere la causa di un eventuale, aumento di porosità e di un lieve peggioramento delle caratteristiche meccaniche originarie. Il fenomeno è particolarmente evidente nelle arenarie a forte gelività, sottoposte all'azione diretta degli agenti atmosferici e nelle calcareniti.

Distacco (parziale, totale)

«Soluzione di continuità tra strati del materiale, sia tra loro che rispetto al substrato: prelude in genere alla caduta degli strati stessi. Il termine si usa in particolare per gli intonaci e i mosaici. Per i materiali lapidei naturali le parti distaccate assumono spesso forme specifiche in funzione delle caratteristiche strutturali e tessiturali in questo caso, si preferisce ricorrere a voci quali crosta, scagliatura, esfoliazione» (NorMaL 1/88). Il fenomeno del distacco è abbastanza diffuso nelle superfici intonacate nelle quali può assumere valori più o meno accentuati in funzione al grado d'estensione dello stesso. Nei casi meno espliciti, cioè non direttamente riconoscibili per la creazione di sacche, rigonfiamenti o la caduta di materiale, valutabile con il riscontro di sonorità alla battuta delle nocche della mano (reazione sorda), si può parlare di "allentamento". Le cause di questa patologia possono essere molteplici; normalmente i fattori principali che

l'influenzano possono essere: la presenza di fenomeni d'umidità di risalita, la consistente presenza di formazioni saline, la perdita puntuale degli impianti di smaltimento ovvero convogliamento delle acque meteoriche, le soluzioni di continuità conseguenti alla presenza di fessurazioni, di lesioni strutturali, o conseguenti agli stress termici in prossimità dell'innesto di elementi metallici ed, infine, ad errori procedurali ossia utilizzo di aggregati od impasti poco compatibili con il supporto murario. Il distacco ovvero sia la carenza di adesione, può interessare la separazione del rinzaffo dal supporto, dell'arriccio dal rinzaffo o della stabilitura dall'arriccio, oppure l'adesione tra intonaci incompatibili messi in opera uno sopra l'altro in interventi diversi. Quando il distacco interessa lo strato pittorico (tinteggiature o pitturazioni) il fenomeno può essere denominato "sfogliamento" o "spellatura".

Efflorescenza

«Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di cripto-efflorescenza o sub-efflorescenza» (NorMaL 1/88). Le efflorescenze solfatiche possono avere aspetto e caratteristiche diverse a seconda del tipo di sale che precipita. Se i precipitanti sono costituiti da solfati alcalini (di sodio e potassio) sono in genere costituite da depositi voluminosi con aspetto di barbe e filamenti di colore bianco, facilmente asportabili e fortemente solubili in acqua, producono un'azione limitata nel tempo; se invece, i precipitanti sono costituiti da gesso (solfato di calcio biidrato), le efflorescenze (generalmente scarsamente solubili) assumono un aspetto cristallino e saccaroide, per lo più di colore biancastro, molto resistenti all'azione meccanica di asportazione. La causa della formazione superficiale di questo tipo di degrado risiede nel tipo di porosità della pietra; se questa è tale che la velocità di diffusione del vapor d'acqua attraverso gli strati superficiali è minore della velocità di migrazione della soluzione salina verso la superficie, se cioè la quantità d'acqua che evapora è piccola rispetto a quella di soluzione che arriva dalle parti più interne della pietra, la soluzione salina raggiunge continuamente la superficie. Diverse possono, invece, essere le origini delle soluzioni saline che sono alla base di questo tipo di degrado come, ad esempio, possono provenire dal terreno (soprattutto nitrati e cloruri), dalla deposizione sulle murature degli aerosol marini (cloruri e solfati), dal materiale utilizzato per la costruzione (ad es. solfati di metalli alcalini sono presenti nei laterizi, i solfati di calcio e magnesio sono presenti nei calcari ecc.) od ancora dagli stessi materiali impiegati in precedenti restauri. In linea generale le efflorescenze sono facilmente asportabili in fase di restauro con trattamenti a base di acqua distillata. (v. sub-efflorescenze)

DANNI DA SALI SOLUBILI

Sale	Caratteristiche fisiche	Solubilità in acqua	Sapore	Presenza nelle murature	Livello del danno	Tipo di alterazione
Solfato di Sodio $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	efflorescenza polverulenta non aderente	elevata	salato	frequente e disuniforme	medio	accartocciamento e distacco delle tinteggiature
Solfato di Potassio K_2SO_4	pellicola diafana non molto aderente	elevata	salato	abbastanza frequente e disuniforme	medio	alterazione cromatica
Solfato di Magnesio $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	efflorescenza macrocristallina polverulenta o pellicole dure	media	amaro	abbastanza frequente e disuniforme	grave	disgregamento superficiale, scagliatura del laterizio
Solfato di Calcio $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	crosta bianca con aderenza marcata	ridottissima	nessuno	frequente	medio	deturpamenti estetici con formazione di macchie
Carbonato di Calcio CaCO_3	velo denso ma leggero e aderente	nessuna	nessuno	raro	da lieve a medio	deturpamenti estetici con formazione di macchie
Cloruro di Sodio NaCl	deposito bianco microcristallino	media	salato	abbastanza frequente	grave	Muffe alterazioni e distacco di pitturazioni e intonaci

Nitrato di Calcio Ca(NO ₃) ₂	concentrazione dell'umidità in piccole strisce	elevata		raro	grave	Vulnerabilità al gelo
Sali di Vanadio	depositi superficiali localizzati			raro	grave	Formazione di macchie colorate giallo o verdi
Solfato di Ferro	depositi macchie di ruggine			raro	grave	Colorazione rossastra e impoverimento giunti

Erosione

«Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come “erosione per abrasione” o “erosione per corrosione” (azioni meccaniche di particelle solide trasportate dal vento), “erosione per corrosione” (cause chimiche e biologiche sovente dovute a particolari enzimi o sostanze acide elaborate da microflora), “erosione per usura” (cause antropiche)» (NorMaL 1/88). Tale forma di degradazione materica colpisce maggiormente le superfici esposte; i materiali più colpiti sono le pietre arenarie e le stratigrafie degli intonaci (rinzaffo, arriccio e stabilitura) privati delle protezioni superficiali, ma anche i materiali metallici (v. corrosione). Il fenomeno avanzato provoca, sovente, la perdita della composizione figurativa dell'opera.

Esfoliazione o desquamazione (squamatura, delaminazione spellatura)

«Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati sub-paralleli tra loro (sfoglie)» (NorMaL 1/88). Le singole sfoglie (il cui spessore è, generalmente, compreso fra 1/10 micron e 2 mm), costituite da materiale alterato apparentemente integro, dopo la caduta danno origine a soluzione di continuità di forma irregolare, con i bordi generalmente netti e fondo di colore diverso dalle superfici limitrofe. Questa patologia, ricorrente sulle pietre arenarie maggiormente gelive, è accelerata dall'inquinamento atmosferico che aggredisce e disgrega il legante minerale. Questa patologie di degrado può interessare, oltre i materiali lapidei naturali anche, gli strati di intonaco e quelli pittorici in genere (il distacco delle sfoglie può avvenire tra strato pittorico e sub-strato o tra i vari strati pittorici), in questo caso il distacco è del tipo a sfoglia elastica ovvero staccandosi si arricciano.

Fratturazione o fessurazione superficiale

«Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti» (NorMaL 1/88). La conformazione delle fessure può essere lineare (ovverosia formata da un solo ramo) o reticolare (con più rami). Può essere causata dalla penetrazione di radici di piante infestanti o, più di frequente, può essere espressione di problematiche statiche legate alla struttura del manufatto oggetto d'esame, tuttavia fratturazioni e fessurazioni possono determinarsi anche a livello più o meno superficiale per tensioni localizzate non sopportabili dai vari materiali. I materiali interessati da questa alterazioni oltre a quelli lapidei naturali ed artificiali sono i materiali ceramici, quelli metallici ed il legno; per questo ultimo materiale è opportuno sottolineare che le fessurazioni sono praticamente inevitabili nel legname lasciato allo stato di tondame o, unicamente squadrato.

Incrostazione

«Deposito stratiforme, compatto e generalmente aderente al substrato, composto da sostanze inorganiche o da strutture di natura biologica» (NorMaL 1/88). Questo tipo di “deposito” (presente in marmi e travertini, ma anche su velature di carbonato di calcio) si manifesta con precise alterazioni morfologiche o cromatiche della superficie (efflorescenze, annerimenti ecc.) o con presenza di localizzate colonie fungine (muffe ecc.).

Ingrigimento e ritenzione di sporco

Forma di “degradazione cromatica” dovuta alla riduzione di riflettanza (oltre il 15%) delle coloriture, imputabile alla ritenzione di sporco ed alla degenerazione delle resine sintetiche nelle tinte pellicolanti. La riflettanza è data nella scala dei grigi (Munsell/ ISO 105 A02).

Lacuna (perdita di materiale)

«Caduta e perdita di parti di un dipinto murale con messa in luce degli strati di intonaco più interni o del supporto (v. mancanza)» (NorMaL 1/88). Con questa dizione si delineano le parti totalmente private del film cromatico superficiale ovvero della superficie intonacata. Nel caso di tinteggiature la lacuna può riguardare lo strato relativo all'ultimo trattamento in ordine temporale eseguito sul fondo, lasciando intravedere, in tutto o in parte, strati o livelli precedenti.

Macchia

«Alterazione che si manifesta con pigmentazione accidentale e localizzata della superficie; è correlata alla presenza di materiale estraneo al substrato (ad es., ruggine, sali di rame, sostanze organiche, vernici)» (NorMaL 1/88). Questa patologia di degrado può indistintamente interessare sia apparecchi murari a vista, sia superfici intonacate; l'effetto sarà comunque più rilevante in rapporto alla natura e alla qualità del materiale, e più in particolare in rapporto alla porosità e alla purezza. Frequenti sono le macchie di ruggine, difetti che si riscontrano in caso di applicazione di intonaco su calcestruzzo o di impiego di reti metalliche portaintonaco. Nel caso in cui le armature risultino poco protette si ossidano e generano la comparsa di macchie di ruggine sulla superficie intonacata e, se il fenomeno si protrae nel tempo, anche il deterioramento dell'intonaco. All'interno di questa tipologia di degrado può anche essere inserito un fenomeno abbastanza recente ovvero sia la manomissione di superfici parietali per cause antropiche legate al vandalismo, con scritte e sfregi ottenuti utilizzando vernici spray, pennarelli indelebili ecc. (v. degrado antropico).

Mancanza (perdita di materiale)

«Caduta e perdita di parti. Il termine generico si usa quando tale forma di degradazione non è descrivibile con altre voci del lessico. Nel caso particolare degli intonaci dipinti si adopera di preferenza "lacuna"» (NorMaL 1/88).

Ossalato di calcio

Composto che si presenta come patina sulle pietre soggette a degrado. La sua origine è discussa: potrebbe provenire dalla trasformazione di sostanze organiche applicate in precedenza al manufatto lapideo o essere il risultato del metabolismo di microrganismi (in particolar licheni) che, in passato, hanno colonizzato la pietra. La patina di ossalato di calcio si presenta dura e compatta, non è necessario rimuoverla specialmente se localizzata su pietre molto porose, in quanto compie una sorta di azione protettiva. (v. patina)

Ossidazione (arruginimento)

Alterazione del materiale metallico prodotta dalla reazione chimica per la quale il materiale combinandosi con l'ossigeno dà vita all'ossido corrispondente. Questo degrado dà vita a distacchi di sfoglie di materiale e/o della vernice di finitura del manufatto nonché ad una variazione di colore (tra il marrone ed il rosso scuro tendente al giallastro) nelle zone in corrispondenza dell'elemento degradato (v. macchia).

Patina

«Alterazione strettamente limitata a quelle modificazioni naturali della superficie dei materiali non collegabili a manifesti fenomeni di degradazione e percepibili come una variazione del colore originario del materiale. Nel caso di alterazioni indotte artificialmente si usa in preferenza il termine di "patina artificiale"» (NorMaL 1/88). La questione del trattamento delle patine costituisce uno dei principali temi del restauro, interessando direttamente anche il piano del colore, nella misura in cui anche coloriture e tinteggiature di natura minerale sono soggette nel volgere del loro tempo di utilizzo alla formazione di patine in forma di alterazioni cromatiche, di tinta (in maniera minore), di chiarezza e croma (in maniera maggiore). Nel ripristino di coloriture preesistenti si dovrà quindi valutare con estrema attenzione tale tipologia di alterazione cromatica, onde evitare la progressiva trasformazione del colore nell'ambiente urbano. (v. ossalato di calcio)

Patina biologica

«Strato sottile, morbido ed omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio ecc.» (NorMaL 1/88). La presenza sui materiali di patine biologiche, costituite prevalentemente da microrganismi, è un fatto abbastanza normale ed, in proporzioni limitate; questo fenomeno non è particolarmente dannoso; diventa tale, però, quando, favoriti dalle condizioni ambientali, i microrganismi si attecchiscono estendendosi su ampie superfici. Tra le condizioni "favorevoli" al biodeterioramento è utile ricordare il tasso d'umidità relativa superiore alla norma, il regime termo-igrometrico ambientale, le formazioni di sali minerali presenti nei materiali e la natura d'alcune sostanze organiche eventualmente applicate sui materiali, all'origine od allo scopo di restaurarli. (v. degrado biologico).

Polverizzazione (sfarinamento)

«Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea del materiale sotto forma di polvere o granuli» (NorMaL 1/88). Nei materiali nei quali si è disperso il legante gli aggregati minerali e le particelle oramai sciolte dalla tessitura strutturale originaria danno vita a polveri corticali precarie agevolmente rimovibili; una tipica forma di polverizzazione dell'intonaco dipinto è lo "spolvero del colore" (v.)

Rigonfiamento

«Sollevamento superficiale e localizzato del materiale, che assume forma e consistenza variabili» (NorMaL 1/88). Tale patologia di degrado, sovente seguita da "distacco"(v.), si può rilevare premonitrice di alterazioni materiche più dannose, sebbene non manifestamente palesate, come ad esempio "esfoliazione" o "meglio sub-florescenze" .

Scagliatura

«Degradazione che si manifesta col distacco totale o parziale di parti (scaglie) spesso in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario. La scaglie, costituite da materiale in apparenza inalterato, hanno forma irregolare e spessore consistente e disomogeneo. Al di sotto possono essere presenti "efflorescenze" o "patine biologiche"» (NorMaL 1/88). Di norma lo spessore delle singole scaglie è superiore ai 2 mm (per spessori inferiori si può parlare di esfoliazione). Questo tipo di alterazione riguarda il materiale lapideo anche in natura, sono, ad esempio, provate le scagliature del calcare marnoso nelle stratigrafie esposte agli agenti atmosferici.

Sub-efflorescenza

Depositi salini che si formano dalle loro soluzioni acquose all'interno della pietra posta in opera. La loro formazione dipende dal tipo di porosità della pietra: se questa è tale che la velocità di diffusione del vapore acqueo attraverso la superficie della pietra è maggiore della maggiore della velocità con cui la soluzione salina migra verso la superficie stessa e verso l'esterno, la soluzione non riesce a raggiungere la superficie. A causa di questa veloce evaporazione dell'acqua, la soluzione, ferma in profondità, si concentra fino al punto che i sali, in essa disciolti precipitano nei pori più interni della pietra sotto forma di cristalli. Due tipi di sub-efflorescenze sono l'ettringite e la thaumasite, questi due composti espansivi sono estremamente pericolosi quando si formano all'interno dei materiali porosi in quanto sono in grado di provocare fessurazioni, rigonfiamenti, distacchi fino ad arrivare alla completa disintegrazione del materiale. In un intonaco degradato per formazione di ettringite, la malta si rigonfia e si distacca dal muro, i frammenti di intonaco appaiono, però, ancora consistenti in quanto alla formazione di ettringite non corrisponde un decadimento delle caratteristiche meccaniche; un intonaco, invece, degradato da thaumasite si presenta incoerente e facilmente dilavabile dalle acque meteoriche in quanto la formazione di thaumasite determina una drastica perdita di resistenza meccanica;

Vegetazione spontanea infestante o degrado biologico

«Insediamenti parietali di licheni, muschi e piante» (NorMaL 1/88). Si tratta di un tipo di degrado causato dall'azione d'animali o piante, frequente soprattutto in ambienti poco inquinati, caratterizzati da umidità relativa alta, temperatura alta, ventilazione scarsa, presenza di sufficienti fonti luminose così da consentire l'attività fotosintetica e presenza sul substrato del materiale di materie organiche. Questo termine viene, pertanto, adoperato per identificare la presenza di microflora (alghie, batteri e funghi) e/o macroflora (licheni, muschi, vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea) e, nella dizione di degrado biologico, quello di deposito superficiale dovuto ad azioni di volatili. Questo fenomeno della vegetazione infestante ha origine allorché, sulle superfici esterne, sono presenti fessurazioni o cavità dove si possono depositare le spore ed i semi. In rapporto al tipo di ceppo dei suddetti microrganismi (cianobatteri, microalghie ecc.) il degrado biologico si può manifestare dando vita a:

- strati gelatinosi di vario spessore (2-5 mm) dai colori intensi quali verde, giallo, viola e rosso;
- patine più o meno aderenti di colore verdastro;
- pellicole pulverulente di colore grigio-nero;
- strati neri compatti;
- rivestimenti crostacei di colore grigio-nero;
- strutture lamellari sollevate.

1.7. PROGETTO DI CONSERVAZIONE

PULITURE, RIMOZIONI, DEMOLIZIONI

1 - Pulitura dei fondi della Conca e delle parti a monte a valle da materiali incongrui effettuata a mano, soffiatura e lavaggio; sup. intervento: fondo 436 mq

2 - Decespugliamento delle aree interessate dai lavori, eventuale carico sui mezzi del materiale di risulta e trasporto alle PP.DD. per l'eliminazione della vegetazione spontanea infestante, presente in maniera generalizzata su tutte le sponde della Conca, sia sulle parti in pietra che su quelle in laterizio, da effettuarsi manualmente mediante estrirpazione frenata: con taglio a raso delle piantine e uso di mezzi adatti che non compromettano la stabilità della muratura
sup. intervento a percentuale ipotetica: $\text{fondo}436 + \text{pareti}611 = 1.047 \times 40\% = 420 \text{ mq}$

3 - Pulitura da depositi incoerenti (polveri carboniose o terrose) non coese o reagenti con il materiale lapideo o laterizio, eseguita con blandi sistemi meccanici: aspiratori, stracci, scope, spazzole di saggina e aria compressa;
sup. intervento: $\text{fondo}436 + \text{pareti}611 + \text{cassetta}26 + \text{parapetti/bitte}69 = 1.142 \text{ mq}$

4 -Diserbamento generale con rimozione di vegetazione superiore fortemente radicata, mediante applicazione di biocida sulle superfici; sup intervento: $\text{fondo}436 + \text{pareti}611 = 1.047 \text{ mq}$

5 - Pulitura chimica su superfici ridotte e puntuali, previo preconsolidamento corticale (escluso dalla voce), con sostanze basiche o acide o sostanze attive detergenti, privilegiando l'utilizzo di pasta tipo AB57 (come indicazione I.C.R.) per la eliminazione definitiva da murature e paramenti lapidei di croste, macchie e strati sedimentati di particellato e depositi humiferi consistenti (l'impacco si elimina, successivamente, mediante spazzolatura o lavaggio con acqua deionizzata); sup di intervento: 300 mq

6 - Lavaggio generale delle parti lapidee e in laterizio con attenzione ai materiali poco resistenti all'azione solvente dell'acqua (malte) con spray di acqua nebulizzata (tra 5 e 10 micron) in pressione (circa 3 atmosfere) e deionizzata, priva di impurità e di sali in soluzione per evitare depositi. Tempi di esercizio adeguati ad un'azione efficace (1-2 giorni) a intervalli regolari di non più di 4 ore, effettuata con temperatura esterna di almeno 14°. Tempi e modalità da verificare su zone campione concordati con D.L.;

sup intervento: pareti611+casetta26+parapetti/bitte69=mq 706

7 - Pulitura di aree circoscritte delle sponde particolarmente sporche di particolato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, muschi e licheni con sistema a vortice di aria elicoidale (sistema yos) a bassissima pressione (0,1 ÷ 1,0 bar) con granulato neutro finissimo (granulometria 5 ÷ 300 µ, durezza 2,5 ÷ 3 mohs) tipo carbonato di calcio, polvere di vetro, frantumato organico impiegato a secco o umido con consumo medio di acqua 10 ÷ 60 l/h, per superfici lapidee in situazioni di bassa difficoltà (esclusi eventuali ponteggi); in alternativa sistemi microaeroabrasivi (microsabbiatura) o aeroabrasivi ad umido a bassa pressione.

sup intervento a percentuale ipotetica:fondo436+pareti611=1.047x30%=mq314

8 - Rimozione puntuale dei giunti di malta incompatibili con il paramento in materiale lapideo e misto, realizzati con malte troppo crude (cementizie) causa di stress meccanici evidenti o in fase di distacco; intervento da effettuarsi manualmente utilizzando scalpelli di piccole dimensioni e evitando accuratamente di intaccare il materiale originale; successiva pulitura mediante spazzolatura con pennelli a setole morbide.

sup intervento a percentuale:pareti in pietra 363mqx70%=254mq

9 - Rimozione puntuale dei giunti di malta incompatibili con il paramento in mattone faccia a vista, realizzati con malte troppo crude (cementizie) causa di stress meccanici evidenti o in fase di distacco; intervento da effettuarsi manualmente utilizzando scalpelli di piccole dimensioni e evitando accuratamente di intaccare il materiale originale; successiva pulitura mediante spazzolatura con pennelli a setole morbide.

sup intervento a perc. ipotetica:pareti mattoni165mqx50%=83 mq

10 - Rimozione accurata di elementi smossi in fase di caduta e/o distacco dei paramenti in laterizio, ceppo, misto e altro materiale originale o riportato nelle successive stratificazioni manutentive del manufatto, con deposito in cantiere del materiale riutilizzabile per la successiva risarcitura. volume ipotetico: 5 mc

11 - Rimozione con spicconatura e scrostamento al vivo di muratura, della malta cementizia giustapposta in epoca recente ai materiali originali, presente all'intradosso del ponte dell'Incoronata e in altre parti delle sponde individuate e da concordare con la D.L., al fine di ripristinare la matericità originale; compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzolatura delle superfici. sup di intervento:sottoponte25mq+altre aree 20mq = 45mq

12 - Compenso alla spicconatura e scrostamento al vivo di muratura, della malta cementizia per l'esecuzione a salvaguardia dei materiali originali sottostanti.

sup di intervento:sottoponte25mq+altre aree20mq = 45mq

13 - Rimozione di dissuasore ad archetto in acciaio a monte del ponte sponda di via S. Marco, rimozione di dissuasore in cls nei pressi della casetta.

14 - Rimozione di rete metallica applicata in corrispondenza dei parapetti in granito delle sponde con smaltimento a discarica. Sup di intervento: 72mq

15 - Preparazione dei parapetti di recente esecuzione in ferro presenti sulle sponde, da effettuarsi con brossatura meccanica con impiego di smerigliatrici, spazzole rotanti e molatrici. sup di intervento: tipo2nuovo 24x2 + porta casetta 2x2 = 52 mq

16 - Preparazione di parapetti in ferro originali comprendente carteggiatura manuale e pulitura con impiego di spazzola metallica; parapetti e anelli in ferro tipo3 originali = 49,00mq

CONSOLIDAMENTI, RIPRISTINI E RESTAURI

1 - Preconsolidamento su superfici degradate in ceppo, mattone e malte interessate da diffusa disgregazione, con applicazione superficiale a pennello di preparati consolidanti, in modo da fissare le zone maggiormente compromesse e predisporre il materiale alla pulizia; sostanze utilizzate a base di silicato di etile. Sup intervento ipotetica: mq 300

2 - Consolidamento corticale dei materiali delle sponde in laterizio e in pietra, in presenza di fenomeni diffusi di disgregazione, mediante impregnazione fino a rifiuto con silicato di etile, applicabile su superfici estese a pennello per la ricostituzione delle proprietà meccaniche del materiale originale. Requisiti principali del consolidamento: alta permeabilità al vapore acqueo, alta penetrazione nel materiale da consolidare e stesura omogenea, nessuna alterazione chimica e del colore originali delle superfici trattate; sup di intervento:520 mq

3 - Ripristino della volta originale del ponte dell'Incoronata attuato tramite operazioni di consolidamento dei mattoni costituenti la volta: interventi sulle eventuali fessurazioni e dissesti del materiale, interventi puntuali a cucì-scucì con sostituzione di mattoni ammalorati utilizzando materiale di recupero possibilmente proveniente dal cantiere, consolidamento strutturale e corticale dell'intera volta. sup di intervento:25

4 - Consolidamento delle parti in ceppo del parapetto e degli archi strutturali del ponte dell'Incoronata tramite iniezioni con idonea resina epossidica nelle fessurazioni, compresa preparazione dei bordi, sigillatura. intervento ipotizzato:35 m

5 - Ripristino di parti rimosse lapidee, in laterizio e miste delle sponde, con utilizzo e ricollocazione di materiale di recupero depositato nel cantiere, malta rispondente a quella originale, con tecnica tipo cucì-scucì, comprese le immorsature tra nuovi e vecchi corsi. sup di intervento:stima 50 mq

6 - Ricostruzione di parti mancanti del rivestimento in ceppo e misto acciottolato, con impiego di malta idonea per colorazione e granulometria al materiale originale, comprese lavorazioni superficiali e particolari tipo ad imitazione del ceppo. sup di intervento:stima 2 mq

7 - Ristilatura dei giunti di connessione dei corsi in pietra in ceppo e granito dei paramenti verticali, aperti per rimozione delle giustapposizioni cementizie e per degrado o distacco da dilavamento; eseguita previa abbondante bagnatura con acqua deionizzata, primo arriccio in malta di calce idraulica esente da sali solubili e sabbia vagliata. La prima fase deve eseguirsi con piccole spatole senza intaccare il materiale del paramento. La ristilatura di finitura si effettuerà in leggero sottoquadro con malta confezionata con grassello di calce tipo malta romana e sabbia del Ticino di granulometria 0,1 in rapporto sabbia/calce pari a 3/1, con l'eventuale aggiunta di polveri di marmo per armonizzare la colorazione.
sup di intervento:stima a percentuale $367\text{mq} \times 80\% = 290\text{mq}$

8 - Ristilatura dei giunti di connessione dei corsi di mattone dei paramenti verticali, aperti per rimozione delle giustapposizioni cementizie e per degrado o distacco da dilavamento; eseguita previa abbondante bagnatura con acqua deionizzata, primo arriccio in malta di calce idraulica esente da sali solubili e sabbia vagliata. La prima fase deve eseguirsi con piccole spatole senza intaccare il materiale del paramento. La ristilatura di finitura si effettuerà in leggero sottoquadro con malta confezionata con grassello di calce tipo malta romana e sabbia del Ticino di granulometria 0,1 in rapporto sabbia/calce pari a 3/1, con l'eventuale aggiunta di coccio pesto per armonizzare la colorazione.
sup di intervento:stima a percentuale $191\text{mq} \times 80\% = 153\text{mq}$

9 - Rimontaggio di elementi smossi e presenti in cantiere del parapetto originale sulla sponda di via S. Marco verso monte, del tipo a "barricata",. composto di pilastrini e cappelli in massello di granito Montorfano. La posa comprende l'eventuale ricomposizione dei pezzi rotti (3

cappelli+1pilastrino) con incollaggio mediante resine epossidiche e perni in acciaio, l'esecuzione di fori e adattamento delle sedi, i sollevamenti e riposizionamenti; pezzi n.4

10 - Consolidamento del parapetto in granito per assolvere ai requisiti di sicurezza mediante iniezioni nei giunti, di malta additivata di uno speciale legante idraulico a base di polimeri acrilici, espansivi e fibre di polipropilene o leganti sintetici compatibili; sviluppo giunti: 40ml

11 - Stuccatura dei giunti del parapetto in granito con malta di grassello rispondente alle caratteristiche di quella utilizzata nella ristilatura dei giunti delle pietre nello stesso cantiere di restauro. sviluppo dei giunti: 40ml

12 - Eventuale fornitura e posa in opera di elementi orizzontali e verticali, identici per forma e materiale agli originali, per il completamento del parapetto in masselli di granito Montorfano lungo la sponda di via S. Marco; ipotesi di elementi da integrare:2 cappelli+1 pilastrino

13 - Eventuale messa in sicurezza del parapetto in ferro originale del ponte dell'Incoronata e adiacenze, previa verifica della sua stabilità nei punti di attacco al parapetto lapideo e delle giunzioni degli elementi

OPERE DI FINITURA, PROTEZIONE E VERNICIATURA

1 - Neutralizzazione di sali, prodotti incoerenti, patine biologiche con prodotto acido applicato alle superfici in mattoni e ceppo; sup intervento: pareti611+casetta26+parapetti/bitte69=706 mq

2 - Trattamento protettivo finale delle superfici verticali in laterizio con applicazione di composti a base di resine silossaniche in soluzione ad elevata impregnazione, da stendere a più mani con pennello morbido o airless; il composto deve assicurare reversibilità dell'intervento, idrorepellenza e permeabilità al vapore, trasparenza per non alterare il colore originario del materiale trattato; sup di intervento:pareti 191mq

3 - Trattamento protettivo finale delle superfici lapidee delle sponde, con applicazione di composti a base di resine silossaniche in soluzione ad elevata impregnazione, da stendere a più mani con pennello morbido o airless; il composto deve assicurare reversibilità dell'intervento, idrorepellenza e permeabilità al vapore, trasparenza per non alterare il colore originario del materiale trattato; sup di intervento:pareti 429 mq

4 - Protezione preventiva antigraffiti, trasparente, traspirante, non pellicolante, idonea a consentire la successiva ripetuta rimozione di graffiti, applicata a pennello a più riprese fino a saturazione su materiali lapidei e laterizi. Prodotto a base di sostanze organiche fluorurate con solvente all'acqua. sup di intervento:mattone191+C.A.58+parapetti pietra93= 342 mq

5 - Protezione anticarbonatazione di superfici in cls, con due riprese di pittura a base di copolimeri acrilici e resine insaponificabili, inerti selezionati, additivi, pigmenti organici. sup di intervento: 58 mq

6 - Finitura di superfici in cls con due riprese di pittura elastomerica a base di resine, inerti selezionati, additivi e pigmenti inorganici, per due o tre mani. sup di intervento: 58 mq

7 - Trattamento preventivo contro la formazione di attacchi di microrganismi con applicazione di un ciclo da eseguire alla fine del restauro; sup intervento: pareti637+fondo a vista213=850mq

8 - Protezione di pavimenti durante i lavori di verniciatura dei parapetti con teli di polietilene; sup intervento: 70 mq

9 - Stuccatura saltuaria e parziale dei parapetti in ferro con stucco sintetico e abrasivatura delle parti stuccate, data in due mani. sup di intervento:parapetti tipo2+3=24x2+49=97mq

10 - Fondo antiruggine protettivo incolore a base di resine alchidiche e fenoliche, con pigmento anticorrosivo, applicato a pennello su tutti i parapetti in ferro, compresi quelli originali in barre piene da non coprire con verniciatura; sup di intervento=parapetti tipo2+3=24x2+49=97mq

11 - Verniciatura di finitura sulle opere in ferro moderne, data in due mani minimo, con smalto ferromicaceo a base di pigmenti e ossidi di ferromicaceo. sup di intervento=parapetti tipo2 24x2+varie2= 50mq

OPERE LIGNEE: RESTAURO PORTE VINCIANE E PAVIMENTAZIONI

1 - Operazione di rimozione con autogru e trasporto a laboratorio (sede localizzata nel raggio di 100 km circa dal cantiere) per restauro delle due ante dei **portoni** vinciani (peso 2t/cad), previo sgancio delle staffe fissate sulle sponde, imbracatura idonea al sollevamento tramite autogru telescopica.

2 - Operazioni di restauro dei **portoni di valle** da eseguire in laboratorio specializzato:

- asciugatura naturale in ambiente protetto (estate: 2 mesi - inverno: 4 mesi)
- disinfestazione dagli insetti xilofagi e pulitura da biodeteriogeni e depositi humiferi (bagnare a più riprese le superfici con soluzione tipo permotrina con concentrazione 4% petrolio raffinato)
- consolidamento con sostanze a base di resina acrilica (tipo paraloid B 72) per tutte le parti con la fibra degradata, soggette ad assorbimento di acqua piovana e/o umidità di risalita dalla pavimentazione
- integrazione delle spaccature maggiori dei componenti in massello di legno, mediante l'inserimento nelle fessurazioni di parti nuove (filette o sverze) nella stessa essenza del legno originale, con procedimento simile alla tarsia (lo stesso procedimento va eseguito per le parti separate dal normale ritiro dal legno) e integrazioni di parti mancanti dei componenti lignei con ricostruzione degli stessi, utilizzando collanti vinilici (D4).
- stuccature delle fessure soggette ad assorbimento idrico effettuata con resina adesiva epossidica bicomponente tipo araldite.
- Pulitura della superficie con solventi in gel che dovrà poi essere neutralizzato, inoltre dovranno essere eliminate eventuali tracce di precedenti finiture (vernici, impregnanti e collanti ecc.), leggera carteggiatura e successivo risciacquo con acqua pulita.
- Finitura a pennello bagnato su bagnato con vernice tipo Deksolie a più mani, fino a completa saturazione (si raccomanda prima della stesura che il supporto sia perfettamente asciutto).
- Aggiunta di elementi di supporto fissi per la rimessa in piano delle porte, realizzati con struttura in profilato inglobata in massetto di cls.
- Interventi sulla ferramenta: pulitura manuale con spazzola metallica su tutta la ferramenta integrazione dei chiodi forgiati originali mancanti con chiodi forgiati simili preservazione degli elementi in ferro con antiruggine o vernici speciali tipo quelle utilizzate nella carpenteria navale.

3 - Operazione di rimozione con autogru e trasporto a laboratorio (sede localizzata nel raggio di 100 km circa dal cantiere) per restauro delle due ante delle **portine** vinciane (peso 1,25t/cad), previo sgancio delle staffe fissate sulle sponde, imbracatura per sollevamento tramite autogru.

4 - Operazioni di restauro delle **portine di monte** da eseguire in laboratorio specializzato:

- asciugatura naturale in ambiente protetto (estate: 2 mesi - inverno: 4 mesi).
- disinfestazione dagli insetti xilofagi e pulitura da biodeteriogeni e depositi humiferi (bagnare a più riprese le superfici con soluzione tipo permotrina con concentrazione 4% petrolio raffinato).
- consolidamento con sostanze a base di resina acrilica (tipo paraloid B 72) per tutte le parti con la fibra degradata, soggette ad assorbimento di acqua piovana e/o umidità di risalita dalla pavimentazione.
- integrazione delle spaccature maggiori dei componenti in massello di legno, mediante l'inserimento nelle fessurazioni di parti nuove (filette o sverze) nella stessa essenza del legno originale, con procedimento simile alla tarsia (lo stesso procedimento va eseguito per le parti

separate dal normale ritiro dal legno) e integrazioni di parti mancanti dei componenti lignei con ricostruzione degli stessi, utilizzando collanti vinilici (D4).

- stuccature delle fessure soggette ad assorbimento idrico effettuata con resina adesiva epossidica bicomponente tipo araldite.
- Pulitura della superficie con solventi in gel che dovrà poi essere neutralizzato, inoltre dovranno essere eliminate eventuali tracce di precedenti finiture (vernici, impregnanti e collanti ecc.), leggera carteggiatura e successivo risciacquo con acqua pulita.
- Finitura a pennello bagnato su bagnato con vernice tipo Deks olie a più mani, fino a completa saturazione (si raccomanda prima della stesura che il supporto sia perfettamente asciutto).
- Aggiunta di elementi di supporto fissi per la rimessa in piano delle porte, realizzati con struttura in profilato inglobata in massetto di cls.
- Interventi sulla ferramenta: pulitura manuale con spazzola metallica su tutta la ferramenta integrazione dei chiodi forgiati originali mancanti con chiodi forgiati simili preservazione degli elementi in ferro con antiruggine o vernici speciali tipo quelle utilizzate nella carpenteria navale.

5 - Operazione di trasporto dal laboratorio al cantiere e rimontaggio delle due ante dei **portoni** e delle due ante delle **portine** vinciane, con reinserimento dei perni nelle pilette sul fondo e fissaggio delle staffe originali alle sponde. Operazione eseguita tramite autogru. Il posizionamento delle ante semi-aperte sarà come da progetto e indicazioni della D.L.

6 - Operazioni di restauro della **pavimentazione della camera delle portine** di monte:

- rimozione delle parti lignee e della ferramenta e trasporto a laboratorio per restauro;
- asciugatura, consolidamento e trattamento di parti lignee e ferramenta originale riutilizzabile;
- sostituzione e integrazione di parti mancanti e non riutilizzabili, dell'assito in rovere con materiale simile all'originale (mq 10 circa);
- integrazione di n.2 travi mancanti della capriata, fissate alla muratura del dislivello, dimensioni: 30x30x(5x2)ml;
- integrazione di elementi mancanti della ferramenta, tipo chiodi in ferro battuto
- protezione/finitura su entrambi i lati dei componenti assito e capriata (mq24x2+6x4)
- posa della pavimentazione e delle travi della capriata nuove e restaurate, eseguita rispettando le modalità di collocazione originale;

7 - Operazioni di restauro della **pavimentazione della camera dei portoni** di valle:

- rimozione delle parti lignee e della ferramenta e trasporto a laboratorio per restauro;
- asciugatura, consolidamento e trattamento di parti lignee e ferramenta originale riutilizzabile;
- sostituzione e integrazione di parti mancanti e non riutilizzabili, dell'assito in rovere con materiale simile all'originale (mq 30 circa);
- integrazione di n.2 travi mancanti della capriata, fissate alla muratura del dislivello, dimensioni: 30x30x(3x2)ml;
- integrazione di elementi mancanti della ferramenta, tipo chiodi in ferro battuto;
- protezione/finitura su entrambi i lati dei componenti assito e capriata (mq35x2+6);
- posa della pavimentazione e delle travi della capriata nuove e restaurate, eseguita rispettando le modalità di collocazione originale.

1.8. NOTA PER L'ESECUZIONE DEL RESTAURO

La manodopera specialistica

“Restaurare significa anche riscoprire l'autentico significato di questo verbo attraverso la qualificazione di maestranze specializzate nel recupero della città antica”

C. Montagni

Costruire in Liguria: materiali e tecniche degli antichi maestri muratori - Genova 1990

E' importante operare nel campo del restauro come in quello della manutenzione conservativa, con operatori e professionisti preparati. Molteplici sono i danni causati al patrimonio architettonico a causa di maestranze e tecnici inesperti e dalla limitata professionalità, propensi all'utilizzo di prodotti e tecnologie che nulla hanno in comune con le procedure del restauro o con i materiali antichi. E' necessario a questo proposito riacquisire la capacità di riutilizzo e di reinterpretazione di materiali e tecniche proprie del cantiere pre-industriale.

CAPITOLO 2

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLA FONTANA CANALE

2.1. CONTENUTI DEL PROGETTO

Il progetto di restauro della Conca delle Gabelle e l'introduzione in essa della "fontana – canale" comprende il progetto di restauro della storica conca, dei suoi portoni, del ponte, dell'edicola e il disegno della "fontana – canale".

Il progetto di restauro restituirà al manufatto la dignità dovuta alla più antica conca di navigazione esistente a Milano, contenenti i perfezionamenti introdotti nelle conche da Leonardo da Vinci, riportati nei portoni e nei gradoni della conca. L'obiettivo del progetto è sostanzialmente diretto alla conservazione e valorizzazione di un bene riconosciuto come opera monumentale con vincolo n° 553 del 17 luglio 1967 ai sensi della legge 1089/39. Allo scopo di valorizzare la conca e i manufatti presenti, il progetto prevede – come approfondimento del progetto preliminare, anziché l' invasione della conca con l'acqua - di introdurre in essa, la "vitalità dell'acqua corrente" mediante una "fontana – canale" autonoma che preleva l'acqua da un pozzo inattivo¹ presente nelle vicinanze.

La "fontana – canale" sarà introdotta nella conca dopo il restauro di tutte le componenti significative e funzionerà anche come fonte di luce per illuminare la conca, i suoi portoni e il ponte che verranno restaurati.

Sul letto della "fontana – canale", costituita da materiale sintetico (gomma siliconata con stratificazione in vetroresina) e disegno moderno, saranno stampate direttamente su pannelli di alluminio e protette, le immagini relative ai dipinti, fotografie e disegni di quando la conca era funzionante con disegni dei perfezionamenti introdotti da Leonardo da Vinci per consentire ai visitatori di conoscere il ruolo esercitato dalla conca nell'ingresso via acqua alla città di attraverso il Naviglio Martesana.

Alimentata da una vasca di forma pressoché rettangolare composta da pannelli di 120 cm, la "fontana – canale" avrà una serie di salti in corrispondenza dei portoni, per sottolineare il passaggio di quota, cioè il percorso dell' acqua nella direzione della corrente, da monte verso valle. La "fontana – canale" è praticamente sospesa sul fondo della conca da una serie di piccoli setti murari tra i quali passeranno le tubazioni dell'impianto idraulico ed elettrico sottopassando la pavimentazione in legno, in corrispondenza dei salti d'acqua.

La superficie di cemento tra la parete della conca e la vasca della "fontana – canale" verrà riempita con sabbia e ciottoli di fiume e tra essi verranno inseriti, nascosti tra i ciottoli, una serie di apparecchi che illumineranno le pareti restaurate della conca.

La "fontana – canale" si appoggerà sul primo assito di legno che verrà restaurato ai piedi dei portoni di valle mentre supererà con una quota superiore e mediante cavalletti il secondo assito di legno in corrispondenza del portone di monte.

La realizzazione del progetto consentirà di ottenere il restauro di tutte le parti murarie secondo la descrizione allegata ai disegni del restauro; verranno restaurate, con la massima cura, anche le opere in legno (portoni, portello e assiti) e le opere in ferro (cerniere e chiavistello) nonché i parapetti del ponte.

Inoltre verrà restaurata l'edicola in mattoni con copertura in rame.

¹ Pozzo di Via San Marco: diametro 406 mm, profondità massima 45 m, filtro da 23 a 33 m di tipo Jhonson zincato (fino a 40 cm con diametro di 406 mm da 40 a 45 m con diametro di 323 mm), pompa Grundfos, portata 35 l/s, prevalenza 35 m, potenza 22 KW, 380 Volt, 53 Ampère

Per valorizzare tutte le opere di restauro e consentire la loro visione, anche in notturna, si è previsto un sistema di illuminazione contenuto sui bordi della “fontana – canale” e tra i ciottoli.

La relazione tecnica e i disegni descrivono le opere da eseguire per la realizzazione della “fontana – canale”.

La stima della spesa, sia per le opere di restauro che per la “fontana – canale” è riassunta nell’allegata stima dei costi che riporta tutte le componenti di progetto.

Per il funzionamento della fontana – canale vi è bisogno di 27 Kw/h di energia che servirà per azionare le pompe e tutti gli impianti di cui al progetto A2A 01. Di conseguenza si è previsto di installare sulla copertura della costruzione adiacente di proprietà comunale una serie di pannelli fotovoltaici che consentiranno di produrre la stessa quantità di energia sufficiente al funzionamento della conca con un “guadagno” annuale per i costi di gestione della fontana – canale derivante dal contributo (0,42€/per Kw/h) previsto dalla normativa in vigore.

2.2 AMBITO DEL PROGETTO

2.2.1. Oggetto dell’appalto

L’appalto ha per oggetto la fornitura dei materiali, delle apparecchiature e della manodopera necessarie per la valorizzazione della Conca delle Gabelle in via San Marco a Milano con un adeguato restauro delle opere e con la reintroduzione dell’acqua nella Conca, restituendo ad essa “vitalità” dell’acqua corrente, con la realizzazione di una particolare “Fontana – Canale con stramazzi” mediante il riutilizzo di un pozzo inattivo. Le caratteristiche delle opere da realizzare sono chiaramente individuate dagli elaborati allegati al presente Capitolato d’Appalto e ne formano parte integrante.

2.2.2. Progetto degli impianti

La progettazione degli impianti come di seguito descritti è stata eseguita da: “Studio d’Ingegneria Avigo & Palumbo”, “Fountains specialist Mauro Giaccherini”, e A2A – ATO/SIE/ING/IIM, e comprende i seguenti elaborati:

Capitolato di appalto

Disegni rappresentativi dei lavori previsti

Gli elaborati saranno consegnati alla Ditta esecutrice prima della data stabilita per l’inizio dei lavori.

2.2.3. Designazione dei lavori

I lavori da fornire ed eseguire sono specificati nel computo metrico.

2.3 SPECIFICHE DI PROGETTO E LOGICA DI GESTIONE DELL’ACQUA

Il progetto prevede la realizzazione dell’impianto di alimentazione e di scarico della Fontana – Canale nella Conca delle Gabelle in via San Marco a Milano. La fontana è costituita da tre vasche e si sviluppa per una lunghezza di circa 70 metri. Dal punto di consegna acqua del pozzo esistente, sarà derivata la tubazione di alimentazione idrica alla fontana, con un diametro pari a 2”.

Da un deposito d’acqua interrato, situato sotto l’intero sfioro terminale filtrante (vasca di compenso), viene aspirata l’acqua necessaria all’alimentazione della fontana, questa, trasportata da tubazioni intercettate da opportune valvole di regolazione, arriva direttamente alle bocche di immissione nelle vasche per il buon bilanciamento del

flusso. L'acqua defluisce nel letto del fiume con cascate fino ad essere convogliata nella vasca di compenso.

2.3.1. L'acqua

La fontana lavora con acqua di pozzo in ricircolo; il primo carico avviene al momento dell'attivazione della fontana, poiché, come specificato di seguito, questa è dotata di sistemi di controllo di livello e reintegro automatici.

All'interno del vano tecnico il sistema è già dotato, per maggiori garanzie di pulizia e limpidezza dell'acqua, di pompe dosatrici di cloro antialga anticalcare, correttore redox e correttore pH, dotate di serbatoi ed automatismi, così come è dotato di sistema di filtraggio a sabbia quarzifera, completo di prese di fondo filtranti ed immissioni in condotte di alimentazioni.

2.3.2 Il sistema

La gestione della fontana avviene tramite un quadro elettrico generale stagno, comprendente controlli e sicurezze come da descrizione, alloggiato nel locale tecnico di progetto.

Il quadro comanda le elettropompe, appositamente scelte in base alle caratteristiche costruttive e di resa effettiva, necessarie ad alimentare il fiume d'acqua attraverso una rete di tubazioni opportunamente dimensionate (PE con terminali in acciaio e inox), a seconda delle esigenze costruttive.

La selezione e programmazione dei diversi interventi avviene all'interno del quadro stesso per mezzo di PLC e inverter regolabili in base ai tempi ed agli effetti desiderati. Nella vasca di compenso, sono previsti dei controlli elettrici ed idraulici di sicurezza e sensori di livello, per prevenire eventuali variazioni di livello dell'acqua e danni a queste dovuti, e per garantire il corretto funzionamento della fontana.

Tutti i componenti, sia elettrici che idraulici, sono stati scelti e dimensionati adeguatamente in modo da soddisfare nel contempo le esigenze tecniche, prestazionali ed estetiche nel rispetto delle normative di sicurezza vigenti; la loro qualità e specificità garantisce durata nel tempo e risparmio dei costi di gestione.

2.3.4. Vasche e vano tecnico

Le elettropompe in numero di due sono alloggiare direttamente nel vano tecnico, opportunamente posizionate e collegate.

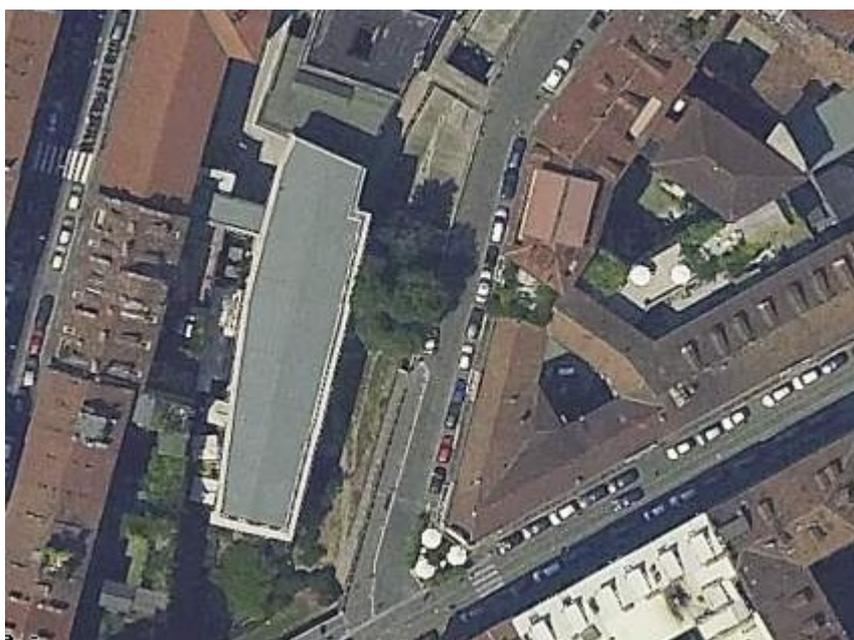
All'interno della vasca di compenso è installato un sistema di reintegro automatico che, mediante un sensore di livello, invia un segnale alla sonda che attiva l'elettropompa del pozzo esistente, fino al ripristino del livello desiderato. In caso di mancanza d'acqua importante i sensori contro la marcia a secco inviano i segnali alle sonde con conseguente blocco pompe riavviandole solo al ritorno del livello d'acqua ottimale. In caso di mancanza d'acqua nel pozzo è previsto, inoltre, un sistema di reintegro idraulico a galleggiante normalmente chiuso (acquedotto). Per lo smaltimento delle acque reflue è previsto lo scarico diretto in fogna mediante pompe sommergibili di rilancio (causa quota fognatura più alta) con possibilità di funzionamento alternato e/o contemporaneo secondo necessità e dotato anche di segnale di allarme. Saranno utilizzate anche per lo svuotamento e pulizia della vasca di compenso e regolate e controllate da interruttori a galleggiante con quadro elettrico di protezione dedicato. Per l'ingresso di cavi alle vasche sono stati considerati passanti e pressacavi a muro.

2.4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico è stato definito partendo dal consumo elettrico delle utenze installate (documento A2A 01- Utenze elettriche), considerando di bilanciare l'energia elettrica prodotta e consumata. L'energia elettrica prodotta beneficerà di una tariffa incentivante che è attualmente di €0,36 per kWh.

L'impianto fotovoltaico da 27 kWp verrà installato sul tetto piano della scuola media statale Rossari/ Castiglioni sita in via Solferino, 52, precisamente sull'edificio adibito a palestra (vedi foto) che si affaccia sulla conca e confina al piano terreno con il locale tecnico ove verranno posti gli inverter. I pannelli avranno una inclinazione di 5 gradi rispetto all'orizzontale, l'orientamento sarà parallelo alla struttura della scuola stessa (+ 14 gradi sud ovest).

Nel documento A2A 02 – Computo metrico - Rev.1 del 01.07.08, vengono quantificate economicamente le attività di ingegneria, documentazione tecnica per l'impianto e per il riconoscimento delle tariffe incentivanti in Conto Energia, i collaudi, la fornitura e posa dei pannelli, delle strutture e degli inverter.



2.5 SICUREZZA E PROTEZIONI

2.5.1. Realizzazione e manutenzione

Ai fini della sicurezza è necessario applicare la normativa in vigore per la salute e la sicurezza dei luoghi di lavoro, in particolare:

DPR 547/55: “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

D.Lgs 19 settembre 1994 n. 626 e successive modifiche ed integrazioni

D.Lgs 81/08/ del 09/04/2008: “Testo unico della sicurezza sul lavoro e successive modifiche ed integrazioni”

In ogni caso devono essere applicati eventuali regolamenti di enti locali competenti.

2.5.2. Conduzione ed uso

Per quanto riguarda la conduzione e l'utilizzo della fontana non esistono normative specifiche relative alla sicurezza, pertanto verranno applicati regolamenti eventuali di enti locali competenti.

In ogni caso sarà necessario installare opportuna cartellonistica:



- vietato l'accesso a chi non è autorizzato



- vietato l'uso di fiamme libere



- vietato riparare, registrare, operare, lubrificare, pulire organi in moto



- estintore

Sarà necessario posizionare all'interno del vano tecnico un estintore a CO2 5 kg 113BC.

2.5.3. Mancanza di tensioni

In caso di mancanza di tensione il timer ed i programmatori continueranno a lavorare grazie alla loro riserva di carica, permettendo il mantenimento dei programmi stabiliti; il riarmo avviene automaticamente (salvo casi eccezionali) al momento del ritorno della corrente elettrica.

2.5.4. Mancanza d'acqua

Il sistema è dotato di reintegro idraulico per il mantenimento del livello d'acqua; in caso di eccessiva mancanza d'acqua un sensore di livello garantisce il reintegro acqua e la massima sicurezza per il blocco delle pompe centrifughe, così da evitare la marcia a secco delle stesse, fino al ripristino del livello minimo con conseguente riavvio della fontana.

2.5.5. Eccedenza d'acqua

Le eccedenze d'acqua dovute a precipitazioni defluiscono regolarmente dal sistema di troppopieno di rilancio forzato previsto per la differenza di quota tra l'acqua e la fognatura, a cui è abbinato un ulteriore scarico di sicurezza diretto alla fognatura.

2.5.6. Protezione da atti vandalici e qualità dei materiali

I materiali a vista inseriti nella fontana sono realizzati in acciaio inox, bronzo ed ottone e ghisa di garantita e robusta costruzione.

2.6. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.6.1. Altezza dell'acqua in vasca

L'altezza dell'acqua in vasca in misura indicativa di 30 cm ca. è protetta quando necessario, per altezze diverse, da grate filtranti proporzionate al livello medio di sicurezza (35 – 50 cm.) correntemente in uso nelle fontane in Italia di cui non esiste normativa specifica.

2.6.2. Impianti elettrici

Quadro elettrico fontana: stagno (protezione IP 65), in poliestere, con interruttore generale sezionatore blocco porta, completo di micro PLC con software e inverter Siemens, controlli, spie di funzioni, salvamotori, sonde controlli livello con ritardo di segnale, comando e automatismi filtraggio e trattamento; circuiteria interna a bassa tensione.

Quadro elettrico servizi: stagno (protezione IP 65), in poliestere, con interruttore differenziale, completo di selettori, pompa di drenaggio, vortice estrattore, illuminazione locale, prese di servizio, controlli spie di funzioni, salvamotori, teleruttori; circuiteria interna a bassa tensione.

Quadro elettrico pompe drenaggio: stagno (protezione IP 65), completo di amperometro e volmetro, per comando delle pompe di svuotamento della vasca di compensoe di troppopieno di smaltimento, con funzionamento alternato ed allarme.

Elettropompe: costruite conformemente alla Direttiva Macchine 89/392/CEE; in accordo alle Normative Europee EN 292/1, 292/2.

Trasformatori: di sicurezza con schermo a norme CEI 14/6; EN 60 – 742.

Cavi elettrici: subacquei a doppio isolamento mod. H 07 RN – F e cavi FG7.

2.6.3. Filtraggio e trattamento dell'acqua

Per quanto riguarda sistemi di filtraggio e/o trattamento dell'acqua non esistono normative specifiche, vista anche la tipologia dell'applicazione; pertanto l'utilizzo dei suddetti impianti risulta a discrezione del committente (in accordo con gli Uff. Igiene e Autorizzazioni Sanitarie locali). Sono comunque state previste alcune delle precauzioni necessarie per il buon mantenimento della qualità dell'acqua.

2.7. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI

2.7.1. Elettropompe

Elettropompe di superficie trifase tropicalizzate autoadescenti da 10 Hp super, 7,5 Kw 380 V, 1450 giri/minuto completa di base con prefiltra estraibile in acciaio e corpo in ghisa.

2.7.2. Troppopieni e reintegri

*Bocca di immissione per reintegro vasca alta di carico diametro 2".
Troppopieno con tubazione e valvole diametro 63 dalle pompe sommergibili alla fogna.*

2.7.3. Collettori, manufatti e pezzi speciali

Collettori, manufatti e pezzi speciali in acciaio inox completi di flange di raccordo, stabilizzatori di flusso.

2.7.4. Scatole di giunzione e passacavi

Pressacavi mod. una via, completi di pressacavo PG16 in acciaio inox con guarnizioni o'ring di tenuta, con uscita D.1/2".

2.7.5. Sensori di livello

Sensore di livello, per reintegro automatico e contro la marcia a secco delle pompe con tre elettrodi e cavo comune, cassa in acciaio, completa di cavo subacqueo.

2.7.6. Quadri elettrici di controllo

Protetti in armadi stagni in poliestere- metallo verniciato.

2.7.7. Tubazioni e raccorderie

Tubazioni e raccorderie in PVC - PE e acciaio inox.

2.7.8. Valvolame

*Valvole di intercettazione e regolazione a sfera e/o farfalla in PVC e ottone e ghisa.
Valvole di ritegno frangiate – filettate in PVC e ghisa.*

2.8. METODOLOGIE DI COLLAUDO

2.8.1. Portata delle elettropompe

La portata delle pompe sarà variabile, in base alle scelte di risultato estetico finale secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori, queste opereranno tra i 2000 ed i 4000 litri di portata al minuto, con prevalenze variabili tra i 6 ed i 10 m.c.a. per le tubazioni di portata con velocità completa tra [1,20 ÷ 1,40]m/s]. Tutte le elettropompe in marcia dovranno rispondere alle caratteristiche di assorbimento indicate come da certificazioni allegate.

2.8.2. Illuminazione

L'illuminazione ha funzioni scenografiche di valorizzazione degli effetti dell'acqua e sarà regolata così come indicato dalla Direzione Lavori.

2.8.3. Ritorno di flusso

I ritorni di flusso devono garantire il convogliamento dell'acqua nella vasca di compenso per il ricircolo dell'acqua della fontana dopo aver superato una griglia di sbarramento con canaletta.

2.8.4. Funzionalità degli scarichi

Gli scarichi dovranno garantire il normale svuotamento in tempo ottimale (100 lt/min c.a) delle vasca in cui è inserito, verso la fognatura.

2.8.5. Funzionalità dei reintegri

Il reintegro alla vasca alta di carico attraverso la pompa del pozzo (130 - 150 lt./min) ed il reintegro alla vasca di compenso attraverso galleggiante di soccorso normalmente chiuso (reintegro idraulico – 100 litri/minuto) mantengono il corretto livello d'acqua.

2.8.6. Verifica dei controllo di livello

Il sistema di controllo di livello assicura all'impianto la presenza d'acqua in misura minima necessaria al funzionamento dello stesso essendo posto al livello medio dell'acqua necessario per il buon lavoro delle elettropompe.

2.8.7. Verifica dei controlli di automatismo

Il controllo dell'automatismo del sistema avverrà attraverso le verifiche comportamentali nelle differenti situazioni occorrenti e dovrà rispondere alle indicazioni di sicurezza e funzionalità come da indicazioni precedenti.

2.8.8. Verifica impianto a regime e tolleranza dei manufatti

La verifica dell'impianto a regime si effettua valutando sia il risultato estetico che quello prestazionale, anche in base alle caratteristiche ed ai valori riportati nelle schede tecniche di accompagnamento dei materiali; i manufatti in acciaio ed ottone come da descrizioni, garantiscono la corretta ripartizione dei flussi e rispondono alle caratteristiche richieste per la miglior distribuzione dell'acqua.

2.9. GENERALITÀ

2.9.1. Elementi dell'impianto di alimentazione e scarico della fontana

Componenti di ricircolo:

- Bocche immissione*
- Collettori di aspirazione e distribuzione*
- Elettropompe*
- Prefiltro collegato all'aspirazione dell'elettropompa*
- Pozzetti*
- Tubazioni rete impianti*

Componenti vasca di compenso e sistema filtraggio:

- Filtro ricircolo acqua fontana
- Centraline elettroniche: pH e Rx
- Serbatoi per prodotti chimici di trattamento acqua
- Dosatore lambimento per antialga
- Sensori di livello
- Elettrovalvola di sicurezza scarico
- Scarico di fondo con saracinesca (se necessario in pozzetto esterno)
- Tubazioni rete impianto

2.9.2. Dimensionamento degli impianti

Il dimensionamento delle tubazioni è stato effettuato con il metodo delle "Lunghezze equivalenti".

TABELLA DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI PER LA VALUTAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO

Denominazione	Particolari costruttivi o di esercizio	Grado di apertura	L / D
Valvola a globo	Sede libera	100 %	340
	Otturatore guidato	100 %	450
Valvola ad angolo	Sede libera	100 %	145
	Otturatore guidato	100 %	200
Valvola a flusso libero	Asta inclinata di 60°	100 %	175
	Asta inclinata di 45°	100 %	145
Saracinesca	A cuneo	100 %	13
		75 %	35
		50 %	160
		25 %	900
Valvola a farfalla	DN maggiore di 150	100 %	20
Valvola a sfera	Passaggio totale	100 %	5
Rubinetto a maschio (a 2 oppure 3 vie)	Flusso dritto	100 %	44
	Flusso a 90°	100 %	140
Valvola di ritegno	A globo	100 %	340
	Ad angolo	100 %	145
	A battente	100 %	135
	A sfera (verticale)	100 %	150
	A sfera (orizzontale)	100 %	150
Valvola di fondo	Con succheruola	100 %	420
Raccordi	Gomito a 90°		30
	Gomito a 45°		16
	Curva a 90°		20
	Te (passaggio dritto)		20
	Te (passaggio a 90°)		60

Le tubazioni di scarico saranno in polietilene ad alta densità. Per l'intensità di scarico degli apparecchi e il dimensionamento delle tubazioni sono utilizzate tabelle secondo DIN 1986 e ASN 565.010.

2.10. NORME ESECUTIVE PRINCIPALI

2.10.1 Tubazioni

Le tubazioni utilizzate potranno essere in PE in rotoli o in barre, per pressioni di esercizio di 6.0, 10.0, 12.5, kg/cm².

2.10.2 Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole

Per tubazioni in PE, le giunzioni fra le barre, o fra i terminali dei rotoli, o fra tubo e raccordo potranno essere effettuate nei seguenti modi:

- *con raccordi a compressione*
- *per polifusione*
- *saldatura di testa*
- *per elettrofusione*

Per tubazioni in PVC, le giunzioni tra le barre, o tra terminali o tra tubo e raccordo possono essere effettuate tramite incollaggio

Il sistema di polifusione potrà essere realizzato:

- *con saldatura "testa a testa". Tale operazione dovrà essere eseguita con apposite macchine in grado di controllare sia la temperatura delle superfici da unire sia la pressione da esercitare all'atto del collegamento.*
- *tramite elettrofusione, preferibilmente tramite raccordi "integrali". L'impostazione dei necessari parametri potrà essere svolta manualmente, o con sistemi di lettura automatici (bar code), o di riconoscimento con resistore (tipo Plasson-Fusamatic).*
- *tramite saldatura nel bicchiere.*

2.10.3 Posa in opera degli impianti

Lo sviluppo della rete di distribuzione degli impianti di alimentazione e scarico della fontana seguirà le specifiche riportate negli elaborati progettuali. Potrà comunque avvenire con varianti in corso d'opera dovute ad interferenze con gli altri impianti o altri ostacoli non prevedibili in sede di progetto.

La tubazione dovrà essere posta sul fondo della trincea al di sopra di uno strato di materiale incoerente di 10/15 centimetri di spessore, opportunamente rinfiancata e ricoperta con altrettanto materiale sciolto. Il reinterro dello scavo potrà essere poi effettuato con il materiale di risulta. Si ricorda che il collaudo della tubazione in PVC non può essere realizzato, con l'uso delle giunzioni a bicchiere, senza una preventiva fase di parziale reinterro. Questo dovrà essere realizzato in modo da non permettere il movimento della tubazione lasciando scoperti, nel contempo, i giunti di unione, possibili fonti di perdite.

2.10.4 Pozzetti

E' indispensabile l'uso di pozzetti per il contenimento di apparecchiature: saracinesche, valvole di scarico, valvole di sfiato ecc.

L'inserimento di una saracinesca, su una tubazione principale o lo stacco da una tubazione di diversa natura, o con diverso diametro, dovrà essere eseguita con appositi raccordi in funzione si tratti di tubazioni in PVC o tubazioni in PE.

2.10.5 Prova di tenuta dell'impianto / Messa in servizio

Il collaudo della tubazione, sia essa in PVC o in PE, dovrà essere effettuato pressurizzando la stessa, previa l'evacuazione di tutta l'aria, aumentando la pressione di 1 bar/min fino alla pressione nominale di esercizio per la quale è stata costruita.

Questa pressione deve essere mantenuta per un periodo di 2 ore.

Soddisfatta questa condizione, la pressione deve essere elevata ad un valore pari a 1,5 volte la pressione nominale di esercizio. Tale condizione deve rimanere inalterata per ulteriori 2 ore.

2.10.6 Installazione delle elettrovalvole

Le valvole a comando elettrico del tipo "Normalmente chiuso" sono da usarsi preferibilmente con acqua pulita o filtrata.

Per il montaggio si raccomanda di usare solo nastro Teflon e di avvitare ogni valvola con le mani senza l'uso di tenaglie, se non per il mezzo giro finale di fissaggio. E' buona regola per l'installazione in pozzetti, che le valvole siano facilmente raggiungibili per la regolazione ed eventuali manutenzioni.

N.B. Controllare sempre la direzione del flusso

Malfunzionamenti.

Nei casi di malfunzionamento (escludendo quelli dovuti a difetti di costruzione) bisognerà determinare se la causa è di natura elettrica o idraulica. Generalmente quando un'elettrovalvola non apre il problema può essere elettrico, controllare pertanto che il solenoide non sia rotto o sporco.

Quando invece, l'elettrovalvola non chiude, il problema può essere:

- un corpo estraneo che blocca la totale chiusura della membrana,*
- di tipo idraulico quando il passaggio del carico alla parte superiore è otturato.*

In ambo i casi controllare anche la membrana, (potrebbe essere bloccata nel primo caso o rotta nel secondo).

L'impresa installatrice, al termine dei lavori, è tenuta a rilasciare al Committente la dichiarazione di conformità degli impianti alla regola dell'arte, in ottemperanza all'art. 9 della legge del 5 marzo 1990 n°46, unitamente agli allegati previsti, per quanto di competenza.

2.11. ELENCO UTENZE

ITEM	UTENZA	POTENZA ASSORBITA kW			H di funzionamento anno	Energia Kwh
		Continua	Discontinua	Riserva		
1	POMPA DI RICIRCOLO	7.5			4x365	10.950
2	POMPA DI RICIRCOLO	7.5			4x365	10.950
3	POMPA DI FILTRAGGIO	1			2x365	730
4	N 3 POMPA DI DRENAGGIO	3			1/2x365	547,5
5	POMPA DI prelievo pozzo	1			0,25x365	91,5
6	VENTILATORE ESTRATTORE DI CONDENSE	0.1			24x365	876
7	CENTRALINE CONTROLLO PH E RELOX	0.008			1/2x365	1.46
8	LUCE E FORZA VANO TECNICO, ESTRATTORE	2				876
9	APPARECCHI ILLUMINANTI FONTANA	0.475			12x365	2080.5
	TOTALE	22.6				27.103