

ACQUEDOTTO STORICO DI GENOVA

Manuale di manutenzione ordinaria





Ministero della Cultura
Segretariato Regionale del Ministero della Cultura
per la Liguria



Dipartimento Architettura e Design
Scuola Politecnica
Università degli Studi di Genova



MARSC Laboratorio di Metodiche Analitiche
per il Restauro e la Storia del Costruito

Contratto di ricerca tra il Segretariato Regionale del Ministero della Cultura per la Liguria e il Dipartimento Architettura e Design dell'Università degli Studi di Genova, SR-LIG|16/11/2021|CONTRATTO 12

"Ricerca finalizzata alla ricerca documentale e alla conoscenza dei materiali, delle tecniche costruttive, del degrado, del comportamento strutturale di tutte le fasi di costruzione dell'acquedotto storico, inclusa la fase romana, nel tratto compreso tra Piazza Manin a Genova e la frazione La Presa a Bargagli e tutte le diramazioni dell'acquedotto storico, comprese le parti verso il borgo di Canate e la presa di Aggio"

Responsabili scientifici

Prof. Arch. Stefano Francesco Musso, Prof.ssa Arch. Giovanna Franco

Segretariato Regionale del Ministero della Cultura per la Liguria

Arch. Manuela Salvitti, già Segretario Regionale

Arch. Cristina Bartolini, Segretario Regionale *ad interim*

Arch. Lorenza Comino, funzionario responsabile del procedimento

Gruppo di lavoro

Sopralluoghi e aggiornamento delle schede ISCUM: Arch. Gabriele Beninati, Arch. Enrico Bertamino

Revisione dell'aggiornamento schede ISCUM: Arch. Simonetta Acacia, Dott. Arch. Anna Decri

Struttura del Manuale e testi delle schede: Prof. Arch. Stefano F. Musso, Prof.ssa Arch. Giovanna Franco

Collaborazione ai testi, GIS e mappe: Arch. Simonetta Acacia

Collaborazione ai testi e progetto grafico: Prof.ssa Arch. Marta Casanova

Fotografie: Arch. Gabriele Beninati, Arch. Enrico Bertamino, ISCUM

Le mappe a corredo del Manuale sono state elaborate sulla base dell'ortofoto a colori 2019, Regione Liguria, scala originaria 1:5000

INDICE

PREMESSA: LA RICERCA ALLA BASE DEL MANUALE	6	Decespugliatura, rifilo del ciglio del tracciato, diserbo e rimozione patine biologiche e muschi	
Raccolta dei dati		Rimozione di porzioni di muro crollato o di terreno franato	
Le schede di catalogo			
Riorganizzazione dei dati ISCUM 2011 per il trasferimento in ambiente GIS			
Sopralluoghi, aggiornamento schede			
Gradi di pericolosità per la fruizione e la conservazione dell'Acquedotto			
Futuri sviluppi			
CARTOGRAFIE TEMATICHE	15	SISTEMA DI RUSCELLAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	39
Inquadramento territoriale dell'acquedotto storico		PAVIMENTAZIONI	43
Proprietà e gestione dell'acquedotto storico		Avvertenze preventive all'intervento	
Caratteristiche del condotto		Interventi incongrui	
Pavimentazioni e materiali del percorso		Pavimentazioni in lastricato	48
Criticità conservative		Tipologie, materiali e caratteristiche costruttive	
Pericolosità per i fruitori		Degrado, guasti e dissesti	
INDICAZIONI GENERALI	26	Interventi di manutenzione e riparazione	
Finalità della manutenzione e destinatari del manuale		Interventi contro usura ed erosione	
Ambito di applicazione del manuale e operazioni escluse		Interventi su lesioni e rotture dei bordi delle lastre	
Operazioni di controllo e verifica preliminare		Sostituzione di lastre	
Fattori di rischio durante gli interventi		Pavimentazioni in selciato	58
Indicazioni operative di sicurezza per i lavoratori e l'ambiente		Pavimentazioni in acciottolato e ammattonato	60
Dispositivi di protezione individuale		Tipologie, materiali e caratteristiche costruttive	
Attrezzature e strumenti		Degrado, guasti e dissesti	
INTERVENTI DI PULIZIA	33	Interventi di manutenzione e riparazione	
Rimozione di terra, polvere, residui vegetali e fango sul tracciato		Riparazione di cedimenti e integrazione di mancanze	
		Pavimentazioni continue in getto	66
		Degrado, guasti e dissesti	
		Interventi di manutenzione e riparazione	
		Piani di calpestio in terra	70
		Degrado, guasti e dissesti	
		Interventi di manutenzione e riparazione	
		Pavimentazioni in asfalto	72

Degrado, guasti e dissesti	
Interventi di manutenzione e riparazione	
Scale e gradini in pietra o mattoni	74
Degrado, guasti e dissesti	
Interventi di manutenzione e riparazione	
PARETI DEL CONDOTTO, MURI DI CONTENIMENTO, DI DELIMITAZIONE E DI PROTEZIONE	79
Degrado, guasti e dissesti	
Interventi di manutenzione e riparazione	
Rimozione di vegetazione infestante e di materiali dannosi	
Stilatura dei giunti di allettamento e integrazioni puntuali (rincocciature)	
Costipamento e risarcitura di lesioni o di vuoti	
Ricostruzione di porzioni di crollo in muri a secco	
RINGHIERE E ALTRI ELEMENTI IN METALLO	89
Materiali e caratteristiche costruttive	
Degrado, guasti e dissesti	
Interventi di manutenzione e riparazione	
RINGHIERE E ALTRI ELEMENTI IN LEGNO	97
Materiali e caratteristiche costruttive	
Degrado, guasti e dissesti	
Interventi di manutenzione e riparazione	
MANUFATTI ACCESSORI	101
BIBLIOGRAFIA SULL'ACQUEDOTTO STORICO DI GENOVA	106
Testi a stampa	
Manuali di manutenzione	
Tesi di laurea	

PREMESSA: LA RICERCA ALLA BASE DEL MANUALE

Il Manuale per la manutenzione dell'Acquedotto storico è frutto di un lungo e articolato percorso di ricerca affidato, nel 2020, dal Segretariato Regionale del Ministero della Cultura per la Liguria al Dipartimento Architettura e Design (DAD) dell'Università di Genova, con la responsabilità scientifica dei proff.ri Stefano Francesco Musso e Giovanna Franco.

La ricerca ha previsto anzitutto la ricognizione sistematica delle fonti edite, della pubblicistica, delle ricerche e delle tesi di laurea relative all'Acquedotto storico, oltre che della strumentazione urbanistica e pianificatoria di vario livello che lo interessa e dei provvedimenti di vincolo e tutela.

La base essenziale per lo sviluppo della ricerca è stata tuttavia costituita dallo studio condotto dall'Istituto di Storia della Cultura Materiale (ISCUM) di Genova, sulla base di un contratto di collaborazione siglato nel dicembre 2010 con il Comune di Genova e volto alla *Catalogazione dei manufatti dell'Acquedotto Storico* della città. Tale contratto prevedeva, in particolare, la redazione di schede secondo il modello, di tipo inventariale e di pre-catalogo, dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), relativamente al tratto di Acquedotto storico che si sviluppa tra la località La Presa, nel Comune

di Davagna, fino alle mura urbane seicentesche, nella zona dell'attuale piazza Manin.

Raccolta dei dati

La catalogazione dei manufatti riconducibili all'Acquedotto storico fu già allora preceduta dalla raccolta sistematica di informazioni tratte da fonti scritte edite e dalle fonti materiali dirette, organizzate in un data-base relazionale appositamente costruito. Le informazioni raccolte nel corso dei sopralluoghi effettuati sul campo furono allora integrate con quelle ricavate da un'attenta lettura della bibliografia specifica sull'Acquedotto, trascrivendo intere parti dei testi consultati e inserendoli nel data-base.

Il tracciato dell'Acquedotto fu suddiviso in elementi, caratterizzati da omogeneità costruttiva, ossia: ponti, tratti continui a diversa struttura di appoggio, prese e relativi condotti di collegamento, gallerie. Scendendo a un maggiore livello di dettaglio, furono distinti tratti più brevi in base alla tecnica di realizzazione del piano di calpestio posto all'estradosso del condotto, nei vari tratti, nonché gli elementi e i manufatti accessori quali, ad esempio: sfiatatoi, filtri, chiuse, fontane, ecc.

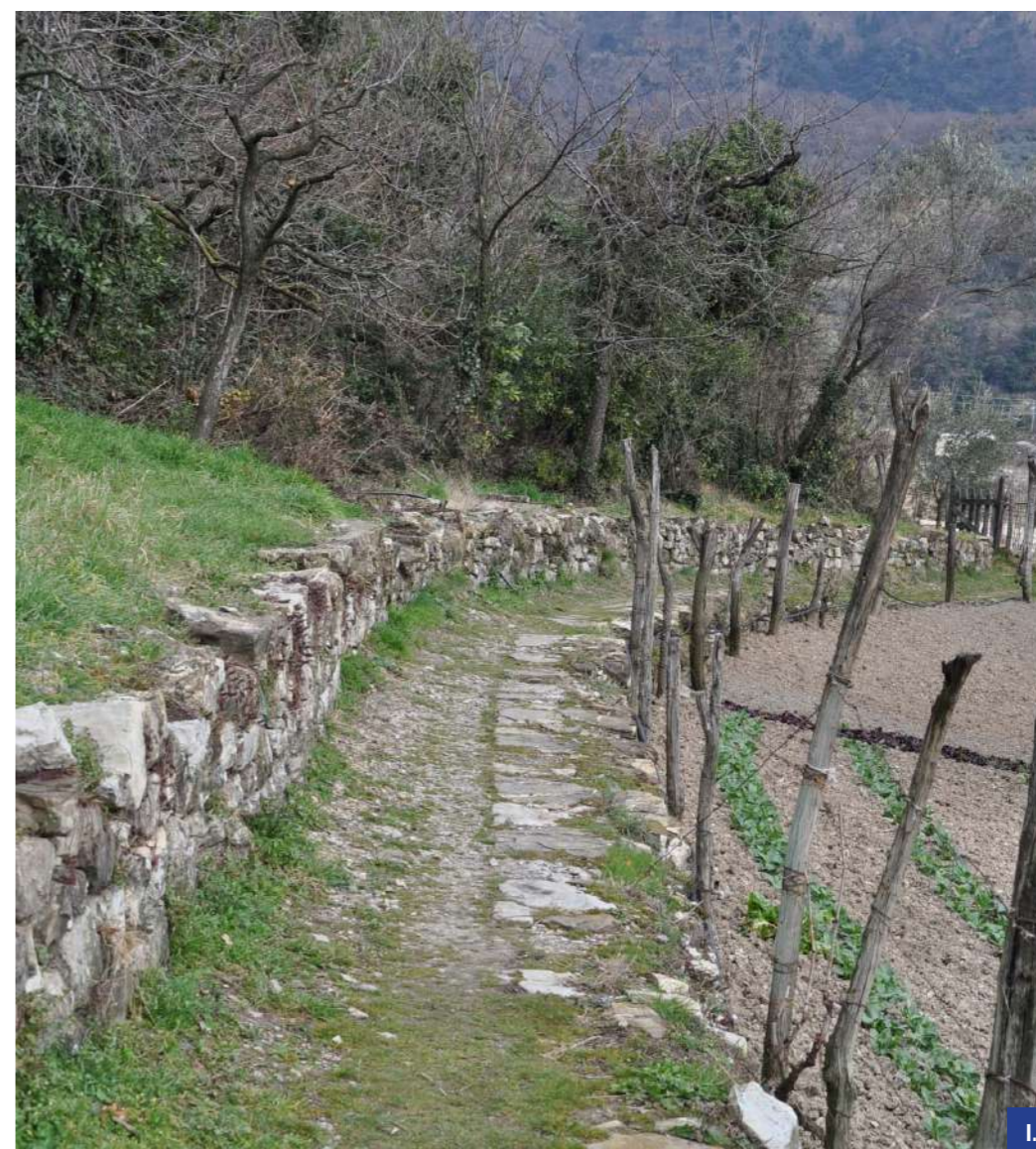
Nella scheda di report dei sopralluoghi, per ciascun elemento, fu indicata innanzitutto

la corrispondenza con le "Custodie" individuate da Matteo Vinzoni nel 1729. Le schede contenevano, inoltre, i dati necessari per la localizzazione dell'elemento, appunti grafici, rimandi ai piani di calpestio dei singoli tratti e agli elementi accessori individuati nel corso dei sopralluoghi, informazioni tratte da fonti bibliografiche, osservazioni sullo stato di conservazione e indicazioni di priorità di intervento manutentivo o di restauro/consolidamento,

informazioni su caratteristiche materiche e costruttive.

Furono allora compilate le 93 schede-elemento, corredate da documentazione fotografica e dalla localizzazione su cartografia comunale, nella scala originaria 1:1000, impiegata anche in sede di sopralluogo.

I. Tratto dell'acquedotto successivo al ponte sul Geirato. *EL_21. Gli elementi sono identificati nella mappa di "caratteristiche del condotto"*



Furono poi individuati 27 tipi di piano di calpestio e 11 elementi accessori principali, censendo - per questi ultimi - un totale di 191 entità, lungo il percorso dell'acquedotto preso in esame.

Nel data-base furono inserite anche più di un migliaio di fotografie, opportunamente schedate, registrando data di ripresa, tipo di inquadratura (generale, dettaglio, ecc.) e soggetto, oltre ai dati utili per la localizzazione e una didascalia.

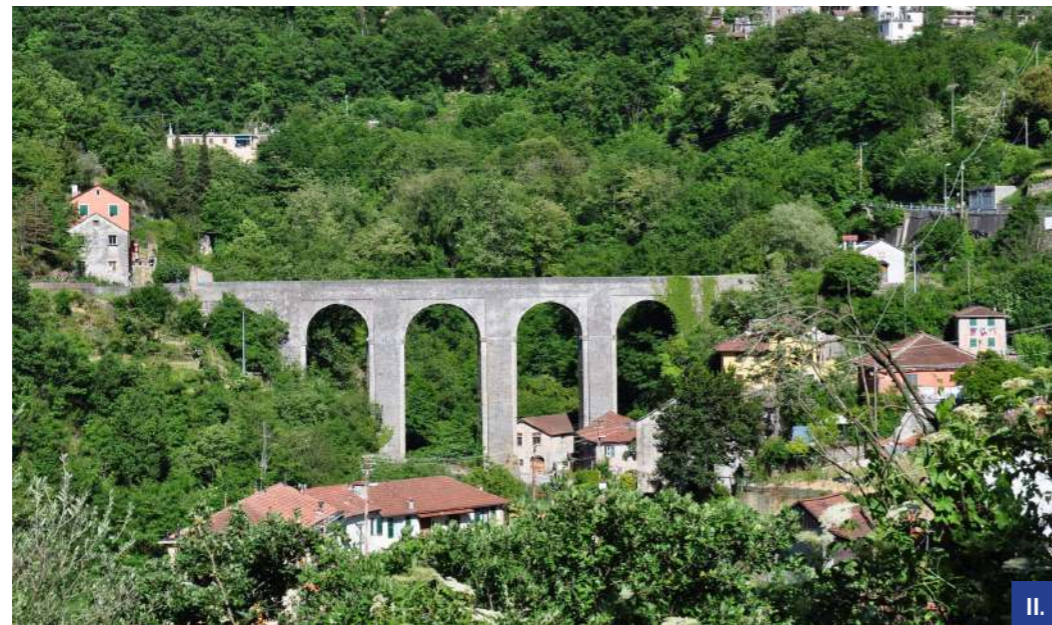
Le schede di catalogo

I dati raccolti sono stati poi utilizzati per la compilazione delle schede

II. Il ponte di Cavassolo, *EL_2*.

III. Schermata dal progetto GIS: localizzazione in mappa dei manufatti accessori, in rosso il tracciato dell'acquedotto.

IV. Schermata dal progetto GIS: consultazione della scheda delle fotografie con confronto tra la fotografia scattata nel 2011 (ISCUM) e la fotografia del 2022 con analoga inquadratura.

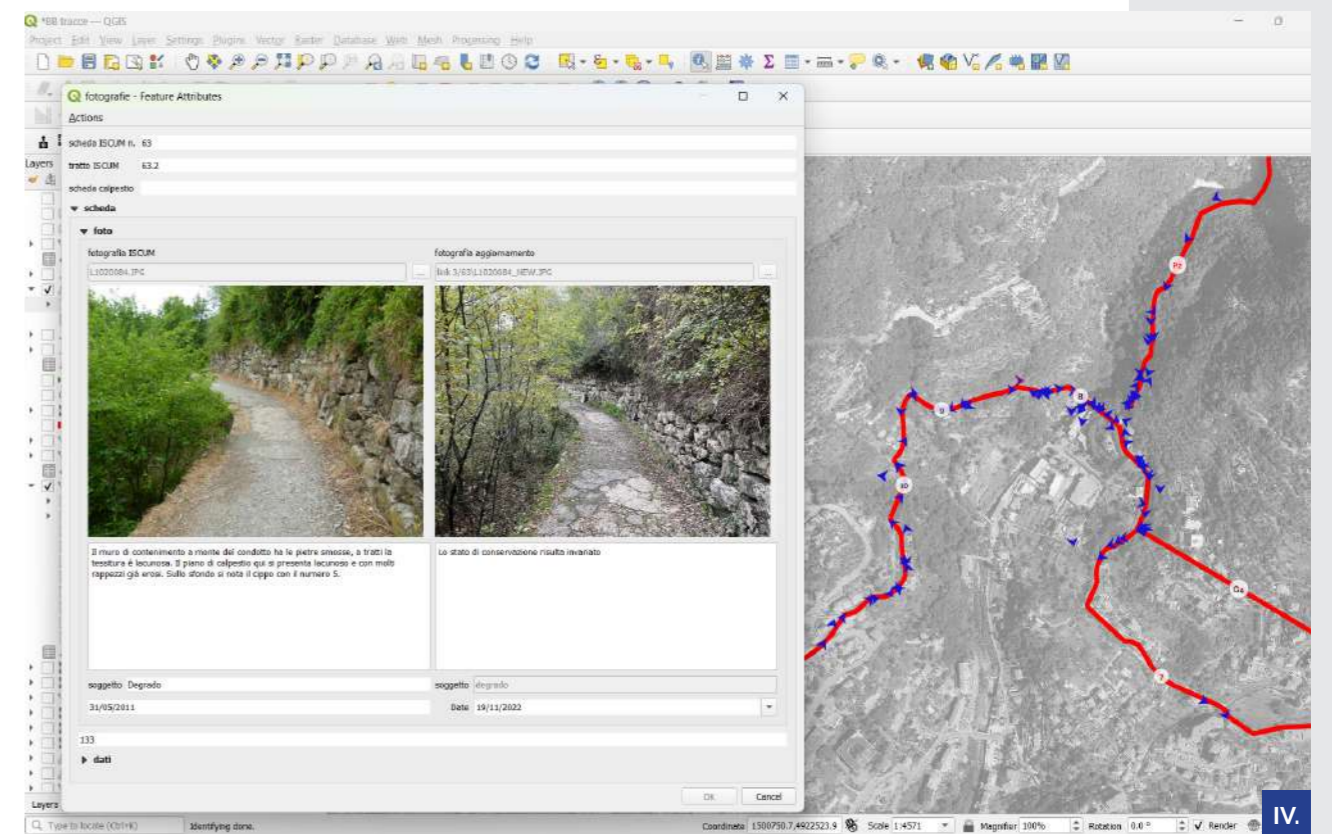
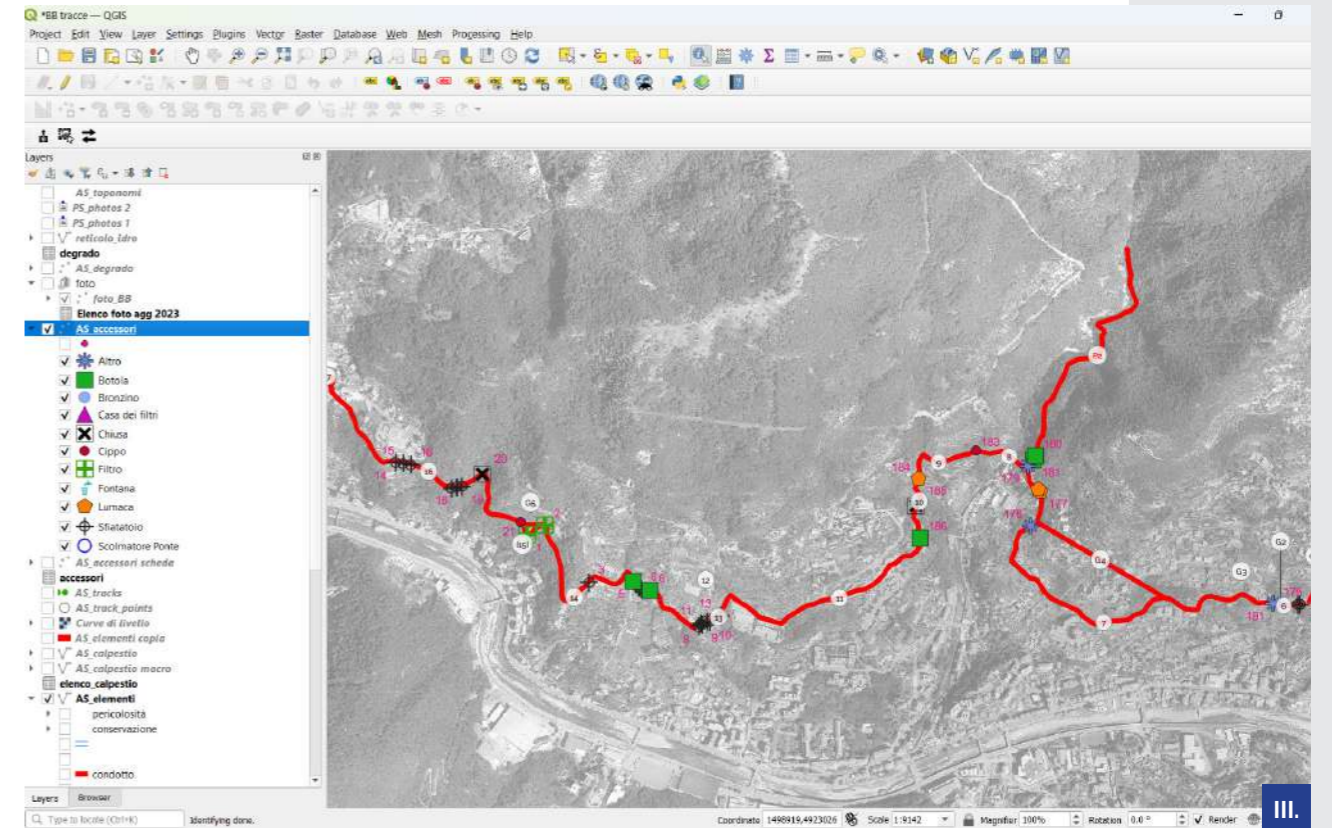


II.

A di catalogo, secondo i modelli dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione del Ministero della Cultura. All'Acquedotto storico, nel suo insieme, è stata attribuita una scheda-madre, a livello inventariale, da cui discendevano dieci schede-figlie, di tipo A, una per ciascuna "Custodia storica", a livello di pre-catalogo. Alle schede A sono allegiate le corrispondenti schede estratte dal data-base ISCUM, relative quindi a elementi, piano di calpestio ed elementi accessori.

Riorganizzazione dei dati ISCUM 2011 per il trasferimento in ambiente GIS

Una volta assunti i dati relativi alla ricerca svolta dall'ISCUM per il Comune di Genova, utilizzando i software di gestione dati disponibili e prescelti nel 2011, si è resa necessaria una loro ricognizione generale e la loro riorganizzazione



IV.

utile allo svolgimento della presente ricerca. Per questo sono state svolte, in sintesi, le attività di seguito descritte:

- i dati del data-base ISCUM 2010 (in formato File Maker) esportati in formato xls, di più agevole gestione;
- ciò anche al fine di riversare tutti i dati delle Schede ISCUM 2010 e i loro aggiornamenti al 2022 in ambiente QGIS, come previsto dal contratto di ricerca;
- si è poi proceduto all'aggiornamento del file xls, con l'inserimento delle note emerse dai sopralluoghi effettuati da luglio 2022 a novembre 2022.

Sopralluoghi, aggiornamento schede

A febbraio 2022 sono iniziate le campagne sistematiche di sopralluogo sull'Acquedotto storico, a partire da Piazza Manin verso la La Presa.

In particolare:

- sono stati eseguiti i sopralluoghi sui 93 tratti individuati dalla ricerca ISCUM nel 2010.
- Sono state controllate e aggiornate le corrispondenti schede descrittive.
- Sono state acquisite le fotografie geolocalizzate dei vari tratti con medesima inquadratura di quelle delle schede ISCUM 2010 per favorire il confronto 2010/2022;
- Sono stati aggiornati i commenti

inseriti a corredo di ciascuna foto, evidenziando i mutamenti rispetto alla situazione del 2011, con particolare attenzione all'evoluzione dello stato di conservazione dei manufatti e del percorso.

- Per ogni scheda, è stata prodotta una sintesi riepilogativa, su base qualitativa e con riferimento alla letteratura in materiale, riguardante la sua conservazione, fruibilità e percorribilità, che ha portato all'assegnazione di un grado di pericolosità da: basso, medio o alto, rispettivamente indicati, nella planimetria di riferimento, con i colori verde, giallo e rosso.

In sede di sopralluogo è stato effettuato il tracciamento GPS del percorso, utilizzando l'applicazione "Relive".

Gradi di pericolosità per la fruizione e la conservazione dell'Acquedotto

In questa analisi si è tenuto conto in particolare del piano di calpestio e del suo stato di continuità e planarità, considerando che buona parte del percorso è priva di protezione sul lato a valle, con conseguente pericolo di caduta dall'alto.

Nella valutazione qualitativa del grado di pericolosità per la fruizione dei singoli tratti si è tenuto conto dei seguenti aspetti:

- presenza di ostacoli (alberi caduti, pietre e detriti derivanti

da crollo di muri, accumulo di materiale incoerente o di risulta, ecc.);

- presenza di protezione a valle;
- mancanze localizzate o assenza totale della copertura del condotto;
- presenza di vegetazione infestante o patina biologica che rende sdruciolevole il piano di calpestio o difficilmente percorribile;

mettendo in relazione l'estensione o la frequenza di eventuali problematiche con la lunghezza del tratto di acquedotto in esame.

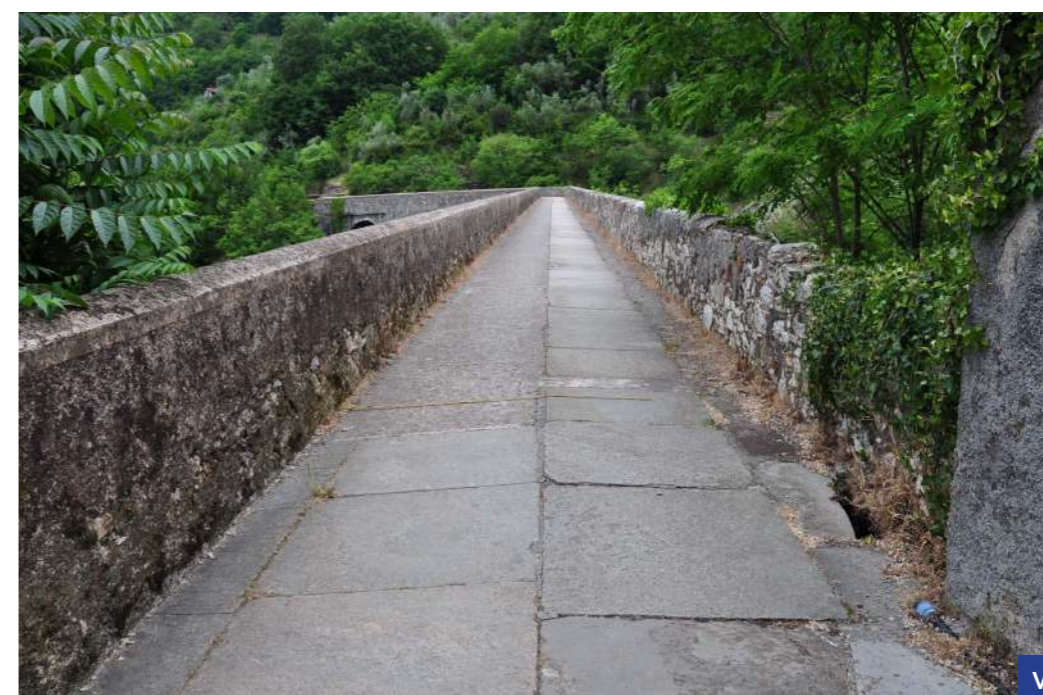
Pertanto, con il grado di pericolosità alto sono individuati i tratti di percorso interrotti e/o non percorribili per assenza di pavimentazione, presenza di avvallamenti o frane o interdetti al transito, interessati da crolli parziali delle strutture del percorso (muri,

parapetti), tratti interamente coperti da vegetazione infestante o patina biologica che ne ostacolano la percorribilità, presenza di massi o materiale di crollo, tratti in rilevato sprovvisti di protezioni laterali in relazione alla larghezza del tracciato, accumulo di materiale di risulta .

Con il grado di pericolosità medio sono individuati i tratti di percorso caratterizzati da criticità parziali e localizzate (sia sul calpestio sia sulle opere laterali), che tuttavia non ne compromettono la percorribilità, talvolta mitigate con l'apprestamento di opere provvisorie.

Con il grado di pericolosità basso sono individuati i tratti di percorso caratterizzati da agevole e sicura percorribilità, se pure possono

V. Il percorso sul ponte Rio Torbido, EL_8.





essere presenti irregolarità parziali, piccole mancanze nella pavimentazione o vegetazione infestante su uno o su entrambi i lati del tracciato o, ancora, pavimentazione – anche di carattere provvisoria – considerata incongrua con i caratteri del tracciato. I tratti privi di parapetto sono considerati di agevole fruibilità quando sono a raso suolo e non su elementi in rilevato.

Tale valutazione permetterà, se aggiornata in tempo reale grazie all'utilizzo del GIS predisposto dal Dipartimento Architettura e Design, di identificare i tratti che necessitano di una manutenzione immediata, rispetto ad altri meglio conservati e già facilmente percorribili.

Poiché la valutazione della pericolosità nella fruizione "fotografica" la situazione esistente nel periodo dei sopralluoghi, si segnala che alcuni tratti considerati di alta pericolosità possono nel frattempo essere stati oggetto di interventi manutentivi, mentre altri considerati di bassa pericolosità possono nel frattempo essere stati interessati da un aggravamento dello stato dei luoghi.

Le gallerie non percorribili sono state indicate come "non accessibili".

Nei tratti dove l'acquedotto è stato storicamente dismesso (ad esempio, nella valle del Geirato), il transito avviene generalmente su sentiero in buone condizioni, che può presentare comunque criticità

localizzate.

Anche la valutazione dello stato di conservazione dell'Acquedotto storico è di carattere qualitativo, derivante dalla mappatura, a livello macroscopico, dei principali fenomeni di degrado e di dissesto rilevati nel corso dei sopralluoghi.

È stato assegnato un livello di criticità alto ai tratti storicamente dismessi, a quelli non ispezionabili o non accessibili, interessati da crollo o con gravi segni di dissesto statico. Al livello medio corrispondono criticità quali piccole mancanze, dissesti puntuali o situazioni di pericolo per la conservazione del manufatto derivanti dal crollo del muro a monte del condotto. Il livello di criticità basso è stato assegnato a tratti generalmente in buono stato, che possono presentare presenza di vegetazione infestante o degrado di elementi di finitura del manufatto.

Futuri sviluppi

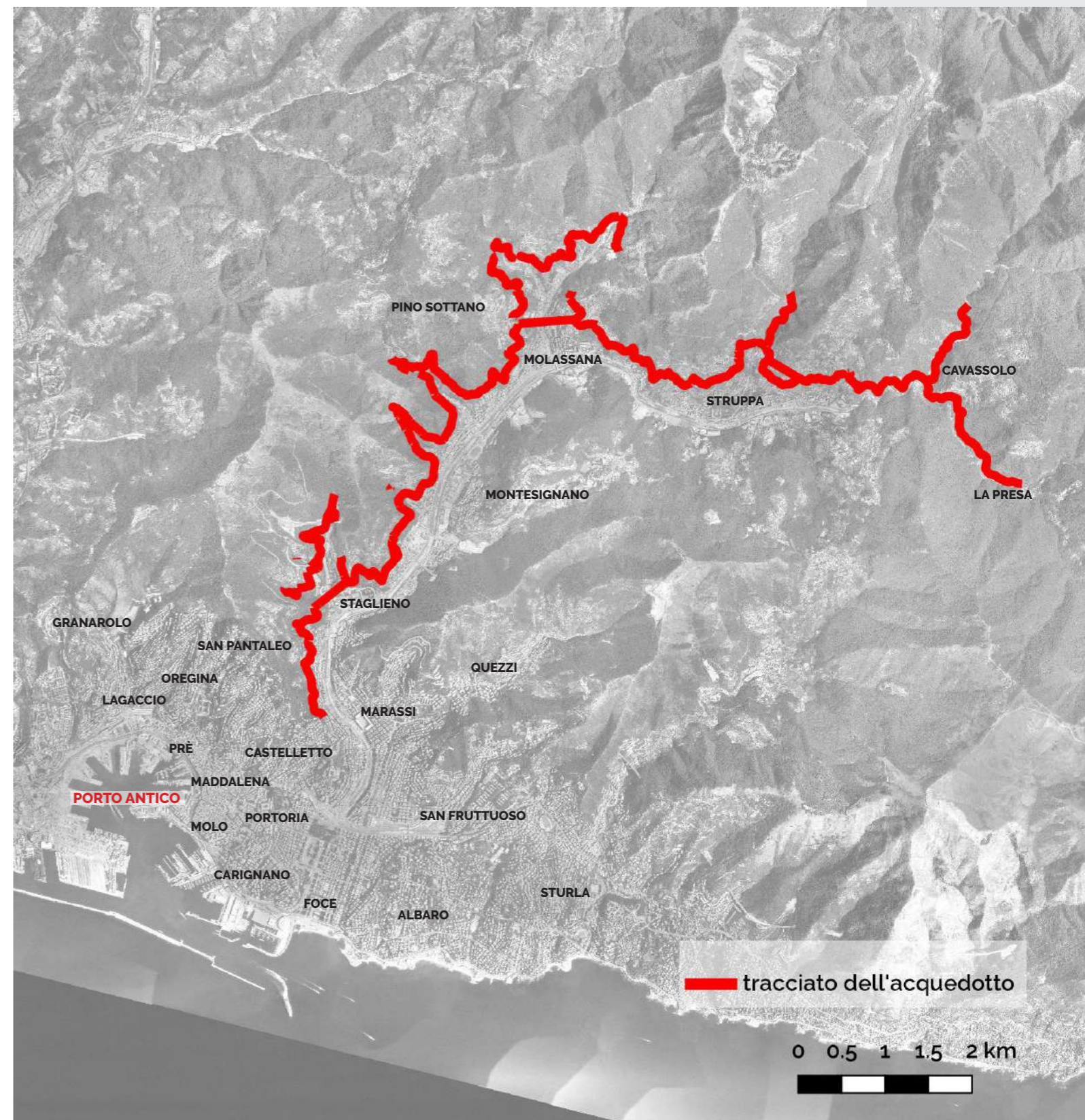
Tutto il materiale derivante dalla ricerca ISCUM 2010 e aggiornato dal dipartimento Architettura e Design (schede, documentazione fotografica, testi descrittivi, valutazione delle condizioni di pericolosità, ecc.) è confluito in un apposito progetto GIS messo a disposizione del Segretariato Regionale. Il sistema è implementabile con nuove informazioni di varia natura e, soprattutto, aggiornabile in tempo reale, eventualmente anche da dispositivi mobili. Ciò lo rende uno strumento prezioso per la gestione della manutenzione e di ogni

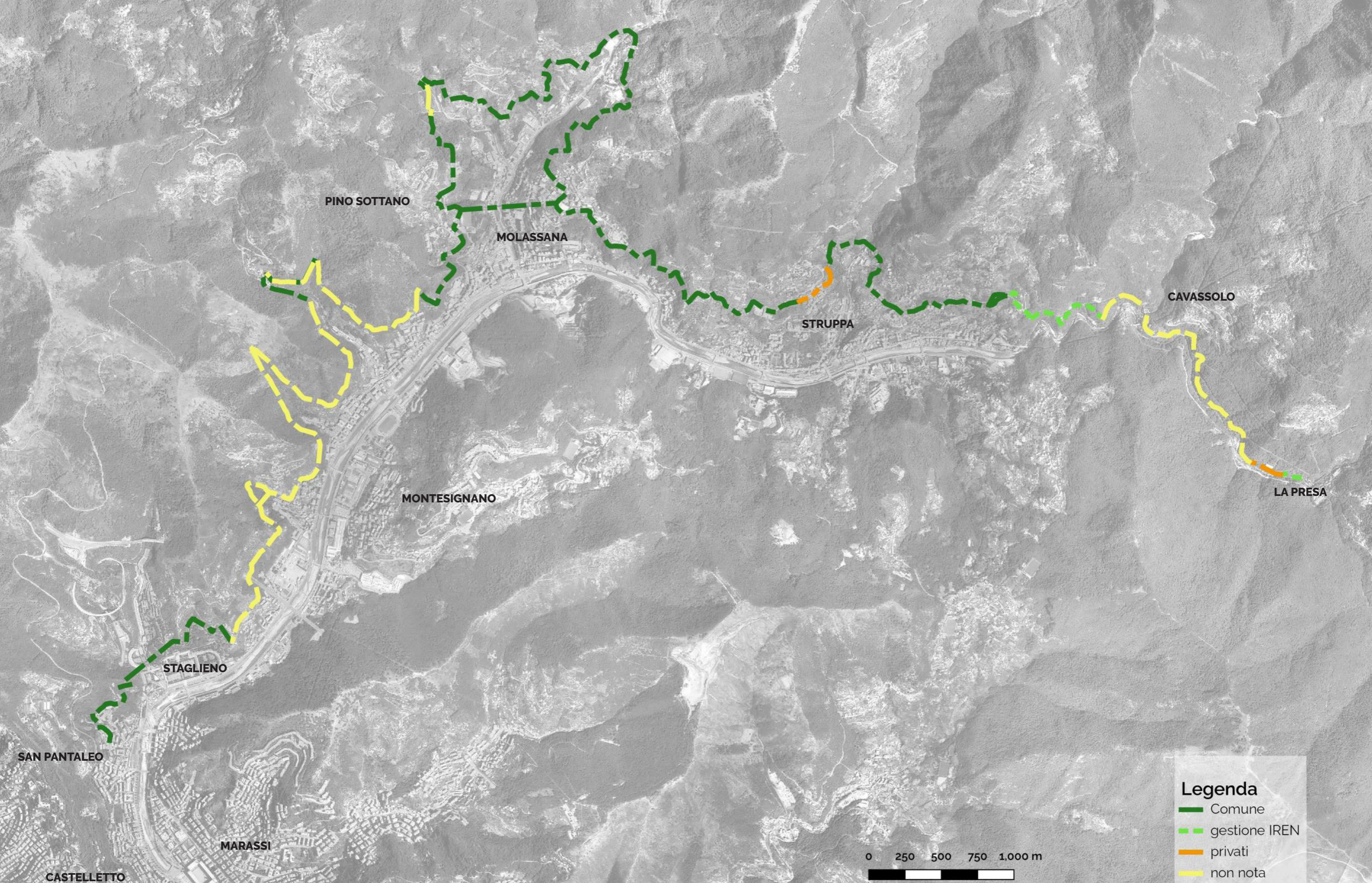
VI. Ponte sul Geirato, EL_24.

CARTOGRAFIE TEMATICHE

intervento futuro sull'Acquedotto storico nelle sue diverse componenti.

AVVERTENZA: La numerazione, riportata nella successiva cartografia tematica e richiamata nelle didascalie per la localizzazione delle fotografie, segue la suddivisione in elementi dell'ISCUM; a partire da La Presa, ogni tratto è stato individuato con un numero progressivamente crescente. Gallerie e prese seguono una propria numerazione, preceduta rispettivamente dalla lettera G e P. I tratti di acquedotto storicamente dismessi presentano il numero tra parentesi tonde.





PINO SOTTANO

MOLASSANA

STRUPPA

CAVASSOLO

LA PRESA

MONTESIGNANO

STAGLIENO

SAN PANTALEO

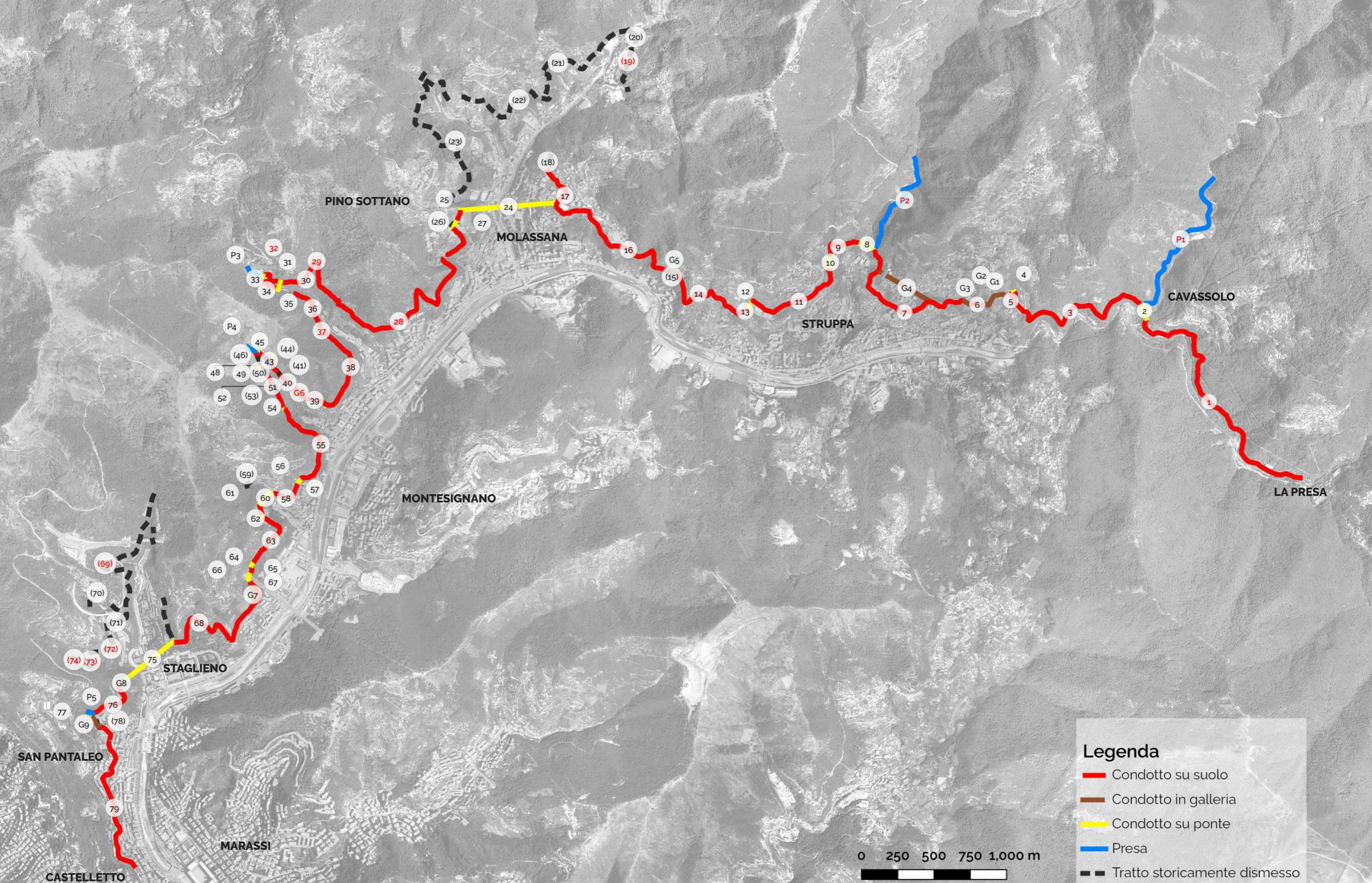
MARASSI

CASTELLETO

Legenda

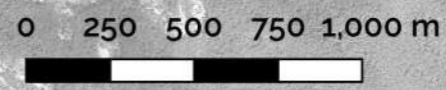
- Comune
- gestione IREN
- privati
- non nota

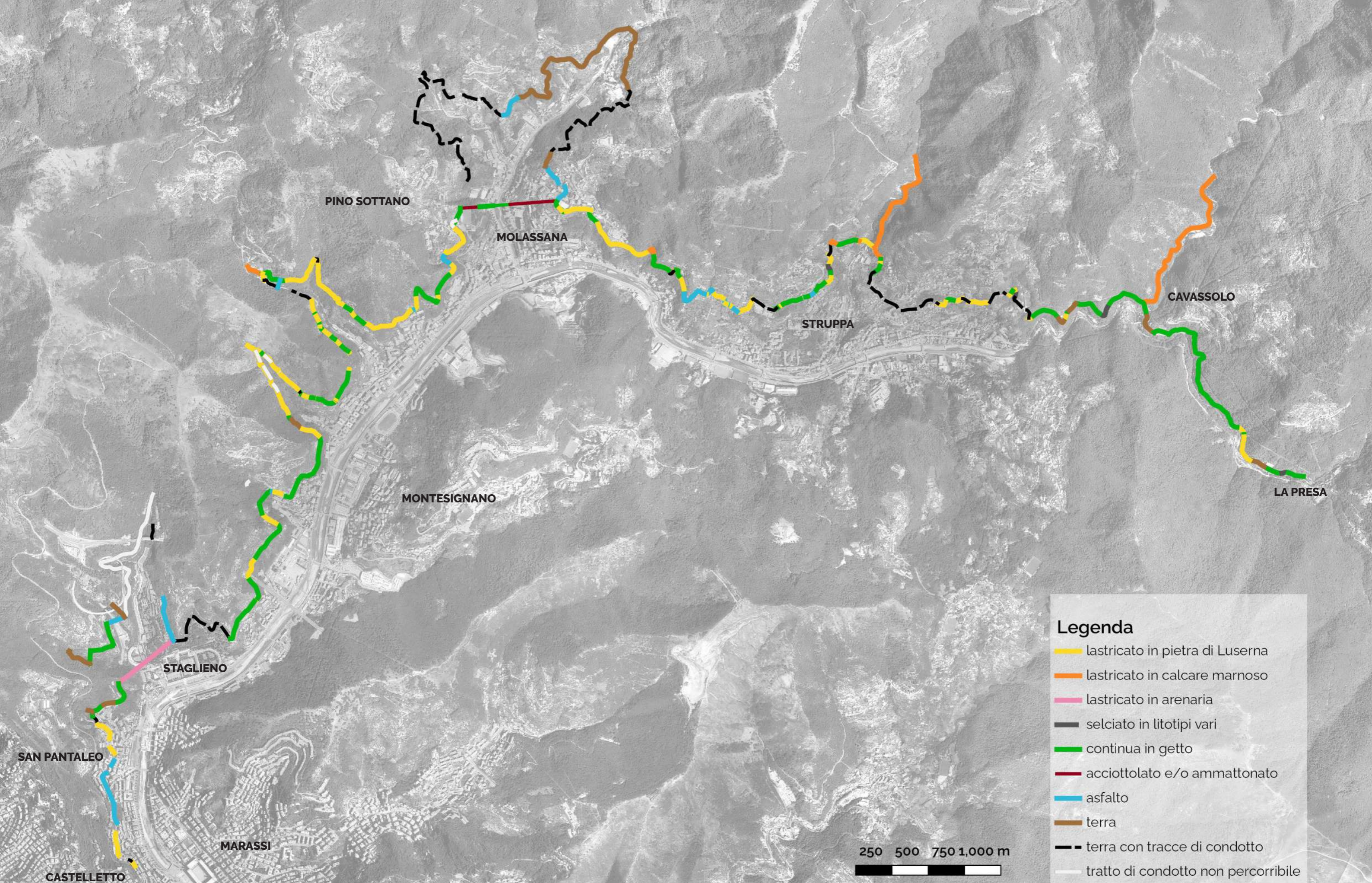




Legenda

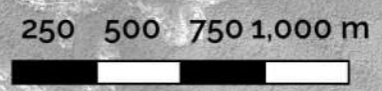
- Condotto su suolo
- Condotto in galleria
- Condotto su ponte
- Presa
- - - Tratto storicamente dismesso

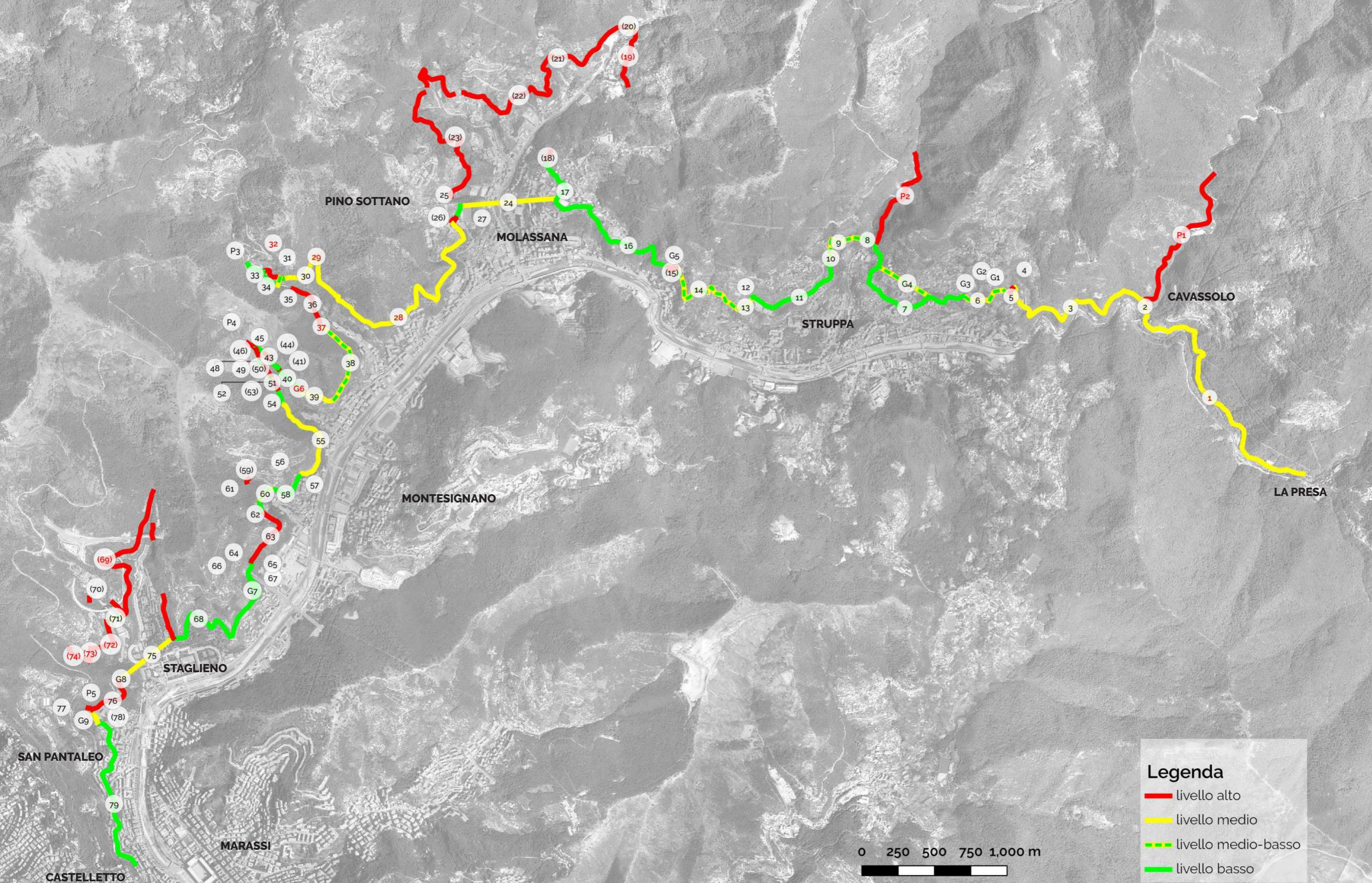




Legenda

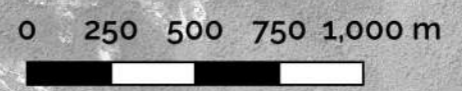
- lastricato in pietra di Luserna
- lastricato in calcare marnoso
- lastricato in arenaria
- selciato in litotipi vari
- continua in getto
- acciottolato e/o ammattonato
- asfalto
- terra
- - - terra con tracce di condotto
- tratto di condotto non percorribile

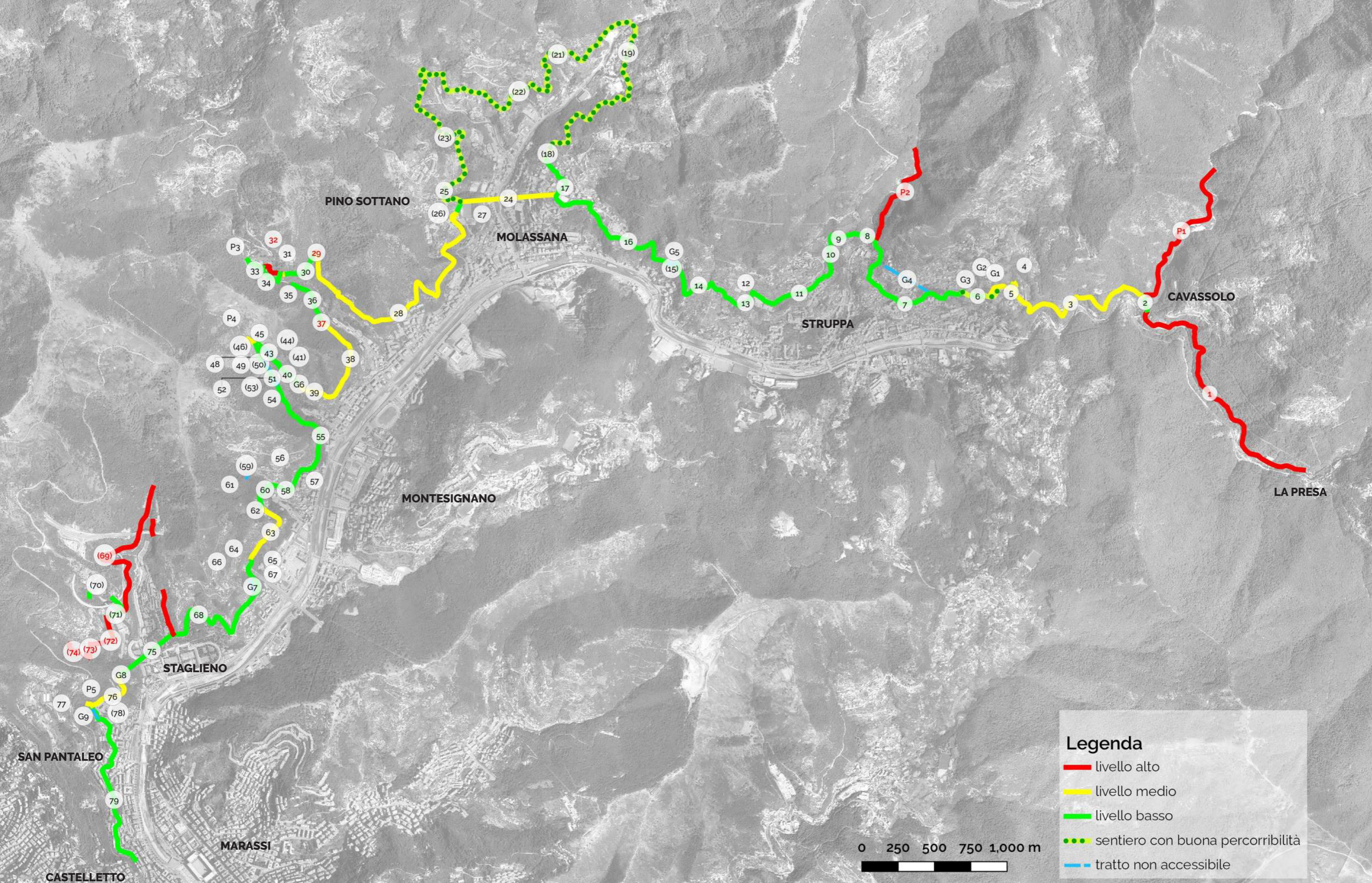




Legenda

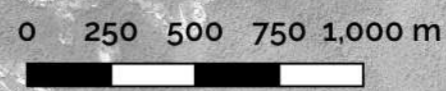
- livello alto
- livello medio
- livello medio-basso
- livello basso





Legenda

- livello alto
- livello medio
- livello basso
- sentiero con buona percorribilità
- - - tratto non accessibile



INDICAZIONI GENERALI

Finalità della manutenzione e destinatari del manuale

La manutenzione ordinaria del tracciato dell'Acquedotto storico, cadenzata a intervalli più o meno lunghi in relazione alle situazioni, ai problemi e alle condizioni di conservazione delle opere (solitamente più frequente per le operazioni di diserbo e taglio della vegetazione invadente), ha lo scopo di garantire la sua fruibilità e la **sicurezza dei visitatori** e, al tempo stesso, la **conservazione del manufatto**.

Se pure gli stessi escursionisti devono essere in primo luogo responsabili della propria sicurezza, il tracciato e i manufatti che lo costituiscono non devono presentare condizioni di pericolosità.

Controlli e verifiche periodiche finalizzate a una **manutenzione ordinaria** del tracciato e delle opere laterali (oggetto di questo manuale) e a eventuali interventi straordinari, quali consolidamenti, disboscamenti e altro (da demandare a operatori specializzati), sono i presupposti essenziali per garantire, sicurezza e valorizzazione del bene storico.

Il manuale si configura come una guida, di carattere operativo, per le persone non specializzate che possono contribuire, anche

in modo volontaristico – se pure controllato – al controllo, alla pulizia, alla manutenzione del percorso. Il manuale è destinato, inoltre, a tutti coloro che sono concretamente implicati nella manutenzione: oltre ai volontari, i proprietari dei fondi, i lavoratori di ditte specializzate nella costruzione di opere stradali e nella manutenzione del verde (appartenenti all'amministrazione comunale, ad aziende municipalizzate o esterni).

È uno strumento di supporto efficace anche per interventi speciali di consolidamento, manutenzione straordinaria etc. e si rivolge agli studi tecnici, imprese di costruzioni e altre organizzazioni come la protezione civile e altre associazioni incaricate.

Ambito di applicazione del manuale e operazioni escluse

La **manutenzione ordinaria** del tracciato dell'Acquedotto storico prevede le seguenti attività:

- verifiche e controlli;
- interventi di pulizia;
- opere di diserbo e di sfalcio;
- riparazioni della pavimentazione;
- interventi sulle opere di protezione laterali.

Il manuale non contiene indicazioni riguardanti:

- interventi di messa in sicurezza e opere di ponteggiatura provvisoria, comprese le

operazioni necessarie alla messa in sicurezza (ad esempio la rimozione di terreno franato);

- interventi di consolidamento di opere di sostegno e laterali;
- interventi di rifacimento su manufatti mancanti per crollo, sia nella pavimentazione sia nelle opere di protezione laterale (ad eccezione di piccole mancanze);
- interventi sulle strutture verticali di ponti e altre opere in rilevato;
- Interventi sui boschi;
- interventi su opere minacciate da crolli;
- interventi di rimozione di vegetazione infestante su elementi in spiccato, quali i ponti, o su aree limitrofe che necessitano di dispositivi di sicurezza e di personale

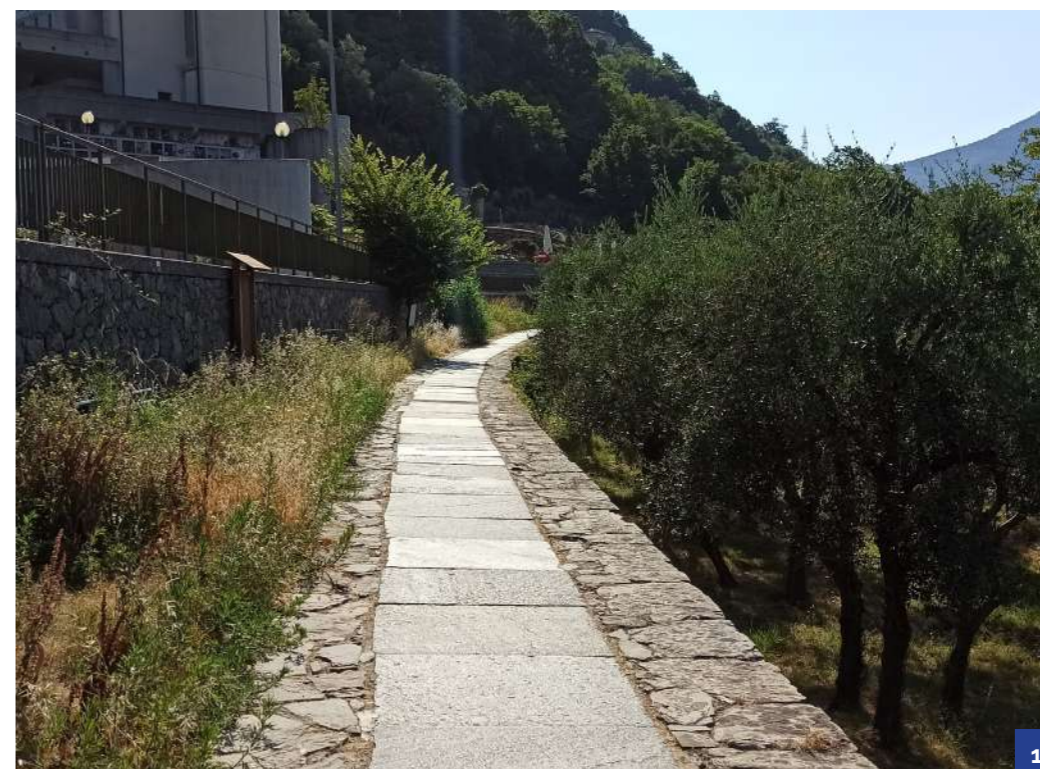
specializzato;

- interventi su condutture che necessitano di personale specializzato.

Operazioni di controllo e verifica preliminare

Le situazioni di insicurezza e di degrado, se non addirittura di dissesto, sono spesso riconducibili a più concause, dirette e indirette, legate alle modalità di costruzione, a interventi successivi, ad azioni climatiche e ad usura. Il controllo sulle condizioni di conservazione dell'intero tracciato, e la segnalazione di rotture, guasti, crolli, dissesti e situazioni di rischio

1. Tratto del percorso in prossimità del cimitero di Molassana, *EL_16*.



e pericolo per i visitatori e per i manufatti, è operazione preliminare indispensabile, insieme alla verifica delle cause e concause, sulle quali è necessario intervenire per cancellarne gli effetti. Il manuale suggerisce **controlli preventivi**, distinguendo tra quelli che effettivamente possono effettuare i suoi utenti e quelli che richiedono interventi di personale qualificato.

I controlli, che avvengono nell'ambito di sopralluoghi, devono essere svolti con cadenza ciclica, preferibilmente annuale. Se, in occasione dei sopralluoghi, sono constatati danni che potrebbero rivelarsi pericolosi per i fruitori, devono essere immediatamente adottati i provvedimenti ritenuti utili a prevenire eventuali incidenti.

Nell'impossibilità di eliminare i danni / pericolo in tempo utile, quando sono di piccola entità può essere sufficiente collocare un segnale di avviso o delimitare l'area direttamente a ridosso del punto di pericolo.

Qualora non sia possibile ridurre a un livello adeguato il rischio per l'incolumità dei fruitori, è necessario bloccare l'accesso e il transito nel tratto di percorso interessato. In caso di prolungate interruzioni del passaggio, occorre controllare i dispositivi di sbarramento a intervalli di tempo adeguati, per accertarne l'integrità e la funzionalità.

Fattori di rischio durante gli interventi

I potenziali fattori di rischio da considerare sono diversi, alcuni di carattere generale e comuni anche ad altre attività, altri legati all'impiego delle attrezzature. L'elenco si riferisce alle sole opere di manutenzione ordinaria:

- cadute dall'alto di sassi, legname, ecc.;
- crolli parziali delle strutture di supporto;
- movimentazione manuale di carichi/ pietre/oggetti;
- impiego di macchine ed attrezzature;
- rischi incendio;
- esecuzione di lavori in ambienti isolati;
- morso di vipera e puntura di insetti (vespe, api, processionaria, ecc.);
- contagio animale / zecche / processionaria, ecc.;
- colpi di sole/congelamento.

Indicazioni operative di sicurezza per i lavoratori e l'ambiente

Particolare attenzione va posta perché l'attività svolta per la cura dei sentieri si realizzi in sicurezza. Gli operatori cui è rivolto il manuale, se pure non specialisti, devono essere persone adeguate al tipo di intervento previsto, consapevoli dei rischi connessi all'attività da svolgersi e dotati di dispositivi di

protezione individuale.

Sarebbe opportuno, in occasione dei lavori di manutenzione e in accordo con l'Amministrazione Comunale, dotarsi di un piccolo magazzino-deposito dei materiali ed attrezzi necessari la cui gestione sia affidata ad un responsabile.

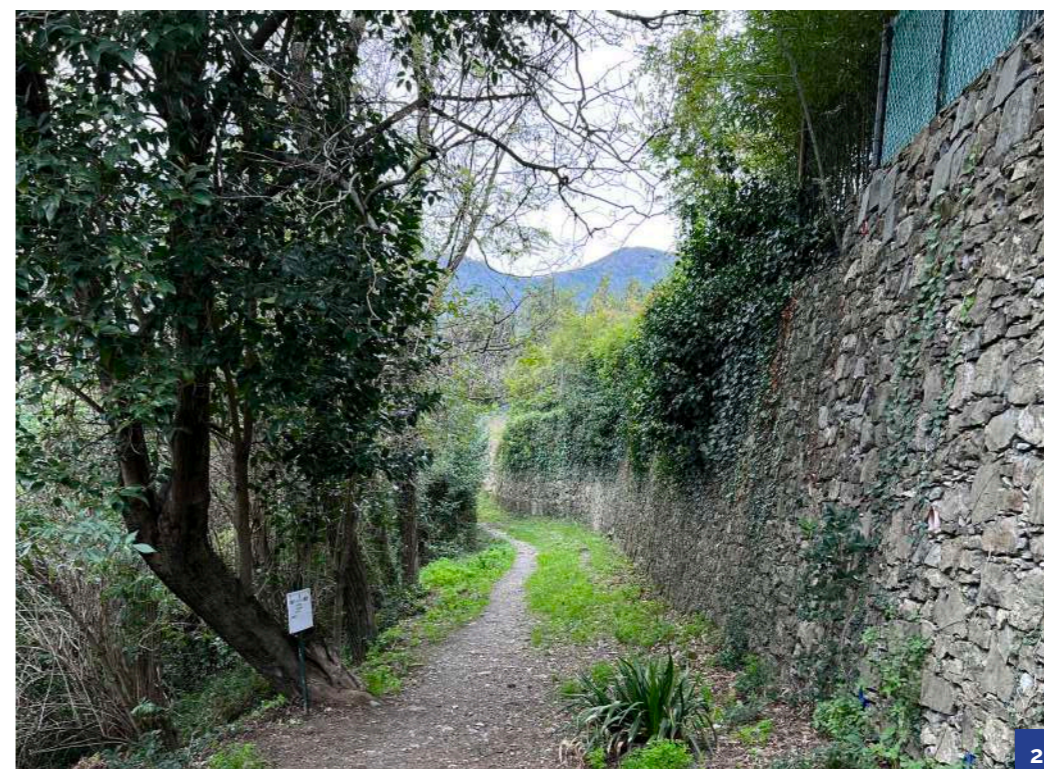
I fattori di rischio durante le operazioni manutentive dipendono anche dal tipo di abbigliamento usato dagli operatori. È da considerare inoltre la chiusura temporanea del tratto di tracciato, nel caso di interventi che prevedono movimenti di sassi, tronchi o materiali che, nel corso dei lavori, potrebbero rotolare inavvertitamente verso valle o, nei casi di impercorribilità, per danni rilevanti alla pavimentazione.

Se l'intervento è di breve durata è da valutare se è sufficiente

che i volontari presidino il tratto, informando eventuali persone presenti in zona. È comunque necessario informare preventivamente l'ente pubblico locale e gli organi di tutela sull'intervento che si intende effettuare.

Se i lavori sono consistenti e hanno durata di più giorni è da valutare, caso per caso, se chiedere l'emissione di apposita ordinanza sindacale di chiusura del tratto per tutta la durata dei lavori. Si prescrive in tal caso l'affissione della stessa agli accessi dei sentieri che conducono alla zona dei lavori (cantiere) e almeno una nastratura che mostri con evidenza la chiusura dei varchi.

2. Tratto del percorso lungo l'acquedotto il cui calpestio è costituito da terra. L'andamento del terreno suggerisce la presenza di resti del condotto sotto terra.
EL_18



Dispositivi di protezione individuale

Per l'attività di manutenzione dei tratti di percorso, a seconda dei tipi di intervento e del tipo di terreno in cui si va ad operare, si rendono necessari i seguenti dispositivi di protezione individuale (DPI), da usare conformemente alle disposizioni previste:

- guanti di protezione (sempre);
- guanti di protezione da rischi meccanici (EN 388);
- guanti di protezione da rischi chimici – es. vernici - (EN 374);
- casco da lavoro antinfortunistico (EN 812 – 397) (sempre);
- visiera protettiva (per le operazioni di diserbo con decespugliatore;
- mascherina filtrante antipolvere (EN 149, classe di protezione FFP1) per le operazioni necessarie;
- occhiali protettivi (EN 166) per il diserbo;
- cuffie o tappi antirumore (EN 352) per uso di decespugliatore;
- scarponi da lavoro antinfortunistici (EN 345) - puntale e lamina in acciaio - con suola in Vibram per le operazioni di sollevamento delle lastre di pavimentazione e di elementi lapidei.

Si raccomanda di seguire anche le prescrizioni indicate dai produttori di attrezzi e/o materiali.

Attrezzature e strumenti

Le attrezzature e gli strumenti necessari variano in relazione ai diversi tipi di interventi. Utensili portatili, quali ad esempio, piccone, badile, roncola, cacciavite, pinze, martello o mazza non sono contemplati fra quelli per i quali è necessario il marchio CE. Anche se non obbligatorio per legge, è tuttavia consigliabile dotarsi di attrezzi che rispondano agli standard internazionali ISO, che diano garanzia riguardo alle dimensioni, alla resistenza, e indichino il nome del costruttore.

Attrezzi quali, ad esempio, il decespugliatore e la motosega, devono essere conformi alle disposizioni di legge (titolo III D. Lgs. 81/08 e successive modifiche).

L'utilizzo di attrezzature come la motosega, necessita di DPI specifici, quali pantaloni anti-taglio, guanti anti-taglio, caschetto con visiera, scarpa antinfortunistica un vestiario completo.

Per piccoli tagli sono da preferire attrezzature a batteria.

Oltre alla marchiatura CE, gli attrezzi e gli strumenti devono possedere la dichiarazione di conformità del costruttore ed essere accompagnate dal libretto di uso e manutenzione e devono essere oggetto di idonea manutenzione periodica secondo le indicazioni del costruttore.

In ogni caso, l'utilizzo di tali attrezzature deve essere riservato a personale formato ed esperto.



3. Tratto del condotto con pavimentazione in blocchi di calcare marnoso di forma irregolare e grande spessore con le teste dei muri visibili. Presenza di un parapetto metallico sul lato a valle. *EL_P1*

INTERVENTI DI PULIZIA





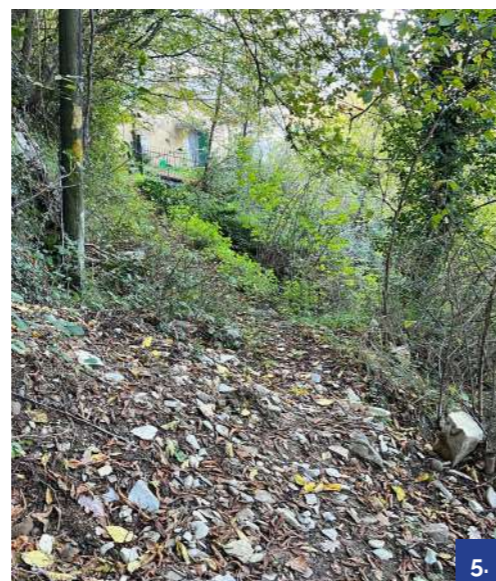
4. Presenza di terra, foglie e altri residui vegetali sul tracciato. *EL_6*

Rimozione di terra, polvere, residui vegetali e fango sul tracciato

La rimozione della terra smossa, di pietrisco smosso o del fango si esegue quasi esclusivamente con lavoro a mano, mediante scope di legno e pale (per i materiali incoerenti) e raschiatoi (per fango), avendo cura di non danneggiare il fondo del percorso.

Di regola, i cumuli di terra o di fango lungo il tracciato devono essere asportati al più presto, così come la eventuale neve.

I lavori di manutenzione ordinaria del tracciato, cioè lo sgombero della terra smossa o del fango, possono provocare la diminuzione della pendenza trasversale, che deve invece essere conservata per il corretto deflusso delle acque meteoriche. Occorre quindi tenere puliti anche i lati del tracciato, rimuovendo qualsiasi ingombro.



5. Presenza di foglie e terra sul tracciato. *EL_P2*

Decespugliatura, rifilo del ciglio del tracciato, diserbo e rimozione patine biologiche e muschi

L'intervento consiste in:

- eliminazione delle erbe infestanti;
- rimozione di apparati radicali in prossimità del tracciato e sui bordi immediatamente adiacente ad esso;
- diserbo sul piano di calpestio e sulla pavimentazione, soprattutto nelle commessure tra lastre e blocchi lapidei.

L'intervento può essere eseguito a mano, o con l'ausilio di attrezzature per la rimozione "meccanica" e con l'utilizzo di prodotto fitoregolatore.

Le operazioni più frequenti consistono nel taglio a mano o con attrezzo meccanico quali cesoie,



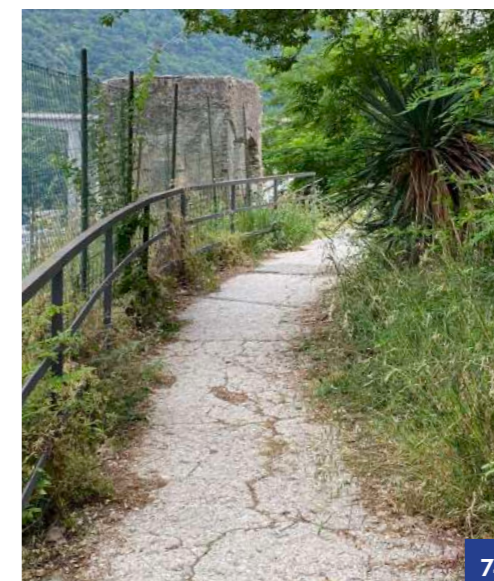
6. Presenza di rami che intralciano il passaggio lungo il tracciato. *EL_1*

falci e falcetto, nella ripulitura e nell'allontanamento della vegetazione infestante.

Apparati radicali profondi e consistenti non devono essere strappati con forza, per evitare rotture alle opere di pavimentazione o laterali. In tali casi è raccomandato l'intervento di operatori specializzati.

L'intervento deve essere eseguito almeno una volta all'anno, nel periodo di riposo vegetativo e possibilmente prima di abbondanti piogge. Per la pulizia dei fossi e degli elementi di scarico da accumuli di terra, fango, vegetazione infestante e altro materiale che possa ostruire il corretto deflusso delle acque meteoriche, si rimanda all'apposita sezione, così come l'apertura delle ostruzioni dei canali di scolo ai lati di muretti, verso le scarpate e il terreno circostante.

L'eventuale potatura di rami invadenti il sentiero deve essere



7. Presenza di vegetazione infestante sui cigli del tracciato. *EL_63*

effettuata fino a una altezza massima di metri 2.50, a mano o con mezzo meccanico, con successiva riduzione dimensionale e accatastamento ordinato e stabilizzato del legno tagliato.

Un adeguato taglio di cespugli, rami e piante che invadono la sede del percorso, se effettuato nel periodo di riposo vegetativo delle piante e a livello del terreno, o di rigetto del ramo, provoca un minore danno alla pianta e può permettere, negli anni successivi, l'uso del decespugliatore, con ottimi risultati e risparmio di energie.

L'utilizzo del decespugliatore e degli strumenti da taglio va affidato a persone esperte e in grado di utilizzare correttamente gli attrezzi di lavoro. Muschi e patine biologiche debbono essere rimossi solo se rendono il percorso scivoloso e insicuro per il frequentatore.



8. Pietre cadute sul tracciato. *EL_1*

Attrezzi e materiali

Tali interventi prevedono l'uso di

- guanti e occhiali protettivi;
- pantaloni lunghi e antitaglio/antischiacciamento (per uso di seghe)
- forbici cesoie normali e a trancia;
- sega o seghetto a serramanico;
- roncola;
- sega ad arco;
- accetta;
- falce e falcetto;
- forca e rastrello;
- decespugliatore;
- motosega

Gli attrezzi da taglio e a maggior ragione quelli a motore devono essere gestiti da persone esperte nel loro utilizzo. La motosega deve



9. Erosione, fessurazione, distacco e mancanze di porzioni di pavimentazione in calcestruzzo in malta di calce. *EL_7*

usata solo dal suo proprietario o usuale utilizzatore, avendo cura di indossare i dispositivi di protezione individuale (cuffie otoprotettive, casco).

Avvertenze

In ambito stradale, il Decreto 15 febbraio 2017, nel motivato caso di interventi a valenza fitosanitaria di tipo chimico, ha previsto l'esclusione obbligatoria di alcuni prodotti fitosanitari che contengono sostanze classificate come cancerogene, mutagene, tossiche, che recano in etichetta le frasi di rischio o le indicazioni di pericolo.

I prodotti da impiegare per il diserbo devono, inoltre, rispettare i criteri ambientali minimi (CAM). Il controllo non chimico della vegetazione infestante e di eventuali patine biologiche o muschi su strada può quindi essere accettato con metodi diretti, quali:

- mezzi meccanici (taglio, raschiatura, ...);
- metodi fisici/termici (pirodiserbo, vapore...);
- metodi biologici ed agronomici (idrosemia, pacciamatura, bioerbicidi, micoerbicidi...).

I rifiuti prodotti durante l'esecuzione dell'intervento devono essere raccolti in modo differenziato. I rifiuti da imballaggi devono essere separati nelle frazioni previste dal sistema di raccolta urbano differenziato nel rispetto delle norme di igiene e di sicurezza.

Rimozione di porzioni di muro crollato o di terreno franato

La rimozione può essere realizzata con strumenti quali:

- piccone;
- pala e badile;
- rastrello;
- mazza.

La movimentazione del materiale dovrà avvenire con particolare attenzione, soprattutto per quanto riguarda le pietre di maggior peso e dimensioni. Durante le operazioni gli operatori dovranno mantenere tra loro un'adeguata distanza di sicurezza.

Il materiale rimosso dovrà essere distinto in inutilizzabile, da smaltire, e reimpiegabile ad esempio per la riparazione e parziale ricostruzione di opere murarie danneggiate e parzialmente crollate, mediante rincocciatura.

SISTEMA DI RUSCELLAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE





10.



11.



12.

I danni più frequenti riscontrati sui tratti di percorso sono, in genere, dovuti al cattivo drenaggio e deflusso delle acque meteoriche per scarsa pulizia. Un sistema di drenaggio e deflusso adeguato alle condizioni del luogo (conformazione del terreno, intensità delle precipitazioni) ed efficiente permette di ridurre drasticamente gli interventi di manutenzione.

In linea generale, gli elementi dei sistemi di drenaggio e deflusso devono essere liberati periodicamente dalla vegetazione infestante e dal fogliame, oltre che da anomali accumuli di terra smossa, con frequenza periodica e, comunque, almeno quattro volte all'anno e, necessariamente, al termine della stagione estiva.

Le operazioni di rimozione di ghiaia, terra, fogliame e vegetazione

infestante radicata devono essere svolte prevalentemente a mano o con mezzi meccanici.

Lungo il tracciato del percorso in rilevato e privo di opere di sostegno laterale a valle, le opere di raccolta, drenaggio e deflusso delle acque meteoriche prevalenti sono di tipo "longitudinale", tramite inclinazione del sentiero con pendenza trasversale verso valle e/o con presenza di canaletta laterale. Il deflusso delle acque era garantito dallo strato di finitura in battuto, steso sopra le lastre di pavimentazione "a schiena d'asino", oggi del tutto scomparso per usura ed erosione.

Il drenaggio verso valle ha il vantaggio di richiedere interventi di manutenzione ridotti, poiché non si rende necessario un sistema di canalizzazione ai lati del percorso.

In caso di forte afflusso di acqua proveniente dal versante collinare a monte, la superficie del sentiero e la scarpata a valle sono tuttavia esposte al rischio di erosione.

Nei tratti di percorso delimitati da opere murarie di sostegno del terreno a monte o di protezione laterale (per esempio in corrispondenza dei ponti), il deflusso delle acque meteoriche è garantito dalla presenza di opportuni fori alla loro base, posti a intervalli regolari, che devono essere periodicamente controllati e, se intasati, liberati dai materiali in essi accumulato e depositato.

In un caso è presente un sistema di raccolta e deflusso trasversale, costituito da una canaletta in pietra, appositamente conformata e inglobata nella pavimentazione in lastricato (Ponte Sifone).

10. Canale di scolo trasversale nel tratto piano del ponte sifone sul Veilino; il foro di scarico è parzialmente ostruito dalla vegetazione. *EL_75*

11. Presenza di foglie e altri materiali vegetali nei canali laterali di raccolta delle acque meteoriche sul ponte di Cavassolo. *EL_2*

12. Dettaglio di un foro di scolo delle acque meteoriche. *EL63*

La corretta pulizia del canale consente all'acqua di defluire, evitando possibili danni alla cunetta stessa e alla pavimentazione.

PAVIMENTAZIONI



Avvertenze preventive all'intervento

Prima di effettuare qualsiasi intervento diverso dalla semplice pulizia, occorrono saggi mirati e potenzialmente non invasivi per verificare quale relazione effettiva esista tra pavimentazione del piano di calpestio e il sottostante canale dell'acquedotto.

Le lastre, infatti, se di adeguato spessore, possono coprire direttamente il canale (appoggiandosi sulle teste delle sue pareti o su appositi risalti, lasciandole in parte visibili), oppure su diverse strutture di copertura dello stesso. Avendo realizzato la copertura del canale in tempi diversi, anche attraverso riparazioni localizzate, le lastre di pietra di diversa natura possono, infatti, essere in realtà appoggiate su:

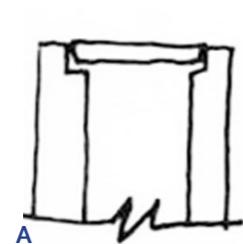
- strutture voltate in muratura, con riempimento in terra o malte;
- elementi trasversali discontinui in metallo o pietra;

- solette in calcestruzzo di cemento armato o altro.

Per tali ragioni, saranno opportuni saggi preventivi sia in fase di studio generale sia in occasione di interventi puntuali.

13. Condotto con copertura piana in lastre di luserna, sezione A. *EL_28*
14. Tratto di condotto che non è mai stato coperto. *EL_(63)*
15. Condotto in galleria con copertura voltata in pietra, sezione B. *EL_G3*
16. Condotto con copertura piana in blocchi di calcare marnoso, sezione C. *EL_P2*
17. Condotto con copertura alla "cappuccina", sezione D. *EL_23*
18. Copertura del condotto inclinata e rialzata rispetto al tracciato. *EL_1*
19. Copertura del condotto in parte piana (a monte) e in parte inclinata (a valle). *EL_3*
20. Sezione di condotto non rilevabile con calpestio in asfalto. *EL_35*

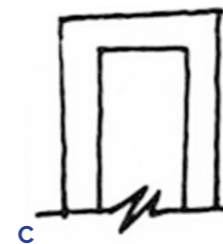
LASTRE DI LUSERNA



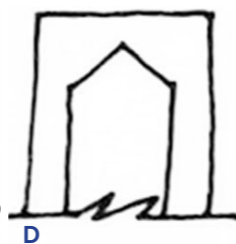
VOLTA



PIANA



CAPPUCCINA



Schema delle sezioni del condotto nei tratti in cui è coperto e percorribile.



13.



14.



15.



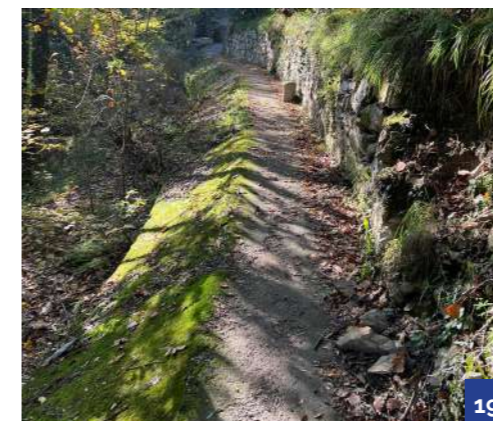
16.



17.



18.



19.



20.

Interventi incongrui



21. Chiusura provvisoria di una mancanza nella copertura del condotto realizzata con lastre metalliche. *EL_P1*
22. Chiusura di una mancanza nella copertura del condotto realizzata tramite l'inserimento di una lastra metallica fissata con malta cementizia. *EL_39*
23. Sostituzione di parte della copertura del condotto in lastre di pietra di Luserna con integrazioni successive parziali in malta cementizia. *EL_13*
24. Integrazione incongrua di parte del calpestio con piastrelle in dimensioni e materiali non compatibili con le preesistenze. *EL_55*
25. Integrazione incongrua di parte del calpestio con piastrelle in dimensioni e materiali non compatibili con le preesistenze. *EL_55*



Pavimentazioni in lastricato

Si definisce lastricato una pavimentazione da esterni costituita da lastre di pietra naturale tagliate a forma regolare e posate a contatto tra loro.

Lo spessore delle lastre dipende dalla qualità del materiale e dal tipo di sottofondo su cui sono appoggiate (su struttura voltata, su sottofondo o struttura di sostegno o direttamente a chiusura del canale dell'acquedotto). In ogni caso, la resistenza della superficie è legata alle caratteristiche prestazionali del materiale lapideo impiegato, all'affiancamento delle lastre e alla posa su un sottofondo stabile e resistente.

Il materiale da impiegare deve presentare requisiti di adeguata resistenza all'usura per attrito e alla compressione, limitata capacità di assorbimento dei liquidi (in condizioni di bassa temperatura l'acqua eventualmente assorbita accelera, per effetto del gelo e disgelo, il naturale degrado del materiale). Inoltre, la superficie della lastra non deve diventare, con l'uso, troppo levigata.

Tipologie, materiali e caratteristiche costruttive

Il tracciato dell'Acquedotto storico presenta diverse tipologie di pavimentazione in lastre regolari di pietra, anche riferite ai periodi di costruzione e agli interventi di

manutenzione/sostituzione che si sono verificati nel tempo.

- I lastricati più antichi sono costituiti da **lastre di calcare marnoso**, di forma quadrangolare e di pezzatura non completamente regolare, piuttosto spesse, accostate le une alle altre e poste direttamente a **copertura totale del canale**.
- Un secondo tipo di pavimentazione, simile al precedente, è costituito da **lastre di calcare marnoso**, di forma quadrangolare e di pezzatura non completamente regolare, piuttosto spesse, accostate le une alle altre e poste direttamente a **copertura parziale del canale**. Esse sono comprese entro la sommità delle sue pareti laterali. Tali lastre, per via della loro deperibilità, per gli effetti dell'usura e degli agenti atmosferici, sono state gradualmente sostituite con altre di diversi litotipi ma di analoghe forme e dimensioni.
- Vi sono poi tratti di percorso con pavimentazioni realizzate con **lastre in pietra di Luserna** di forma quadrangolare e di pezzatura regolare, poste direttamente a **copertura parziale del canale**, appoggiate sul risalto delle sue pareti laterali e comprese entro la loro sommità. In alcuni casi, il muro

del canale è visibile su un solo lato.

- In altri tratti le **lastre in pietra di Luserna** di forma quadrangolare e di pezzatura regolare sono poste a **copertura totale** del canale e sono sovrapposte alla testa delle sue pareti laterali.
- Vi sono, infine, tratti di pavimentazione con **lastre di litotipi diversi**, poste a copertura del canale appoggiate su altre strutture di copertura del canale, di forma rettangolare e disposte a giunti alternati (visibile nel Ponte Sifone). Per evitare la scivolosità, la superficie delle lastre è spesso lavorata. Analogo tipo di pavimentazione è presente anche in un tratto in galleria; si tratta, in ogni caso, di un intervento recente.

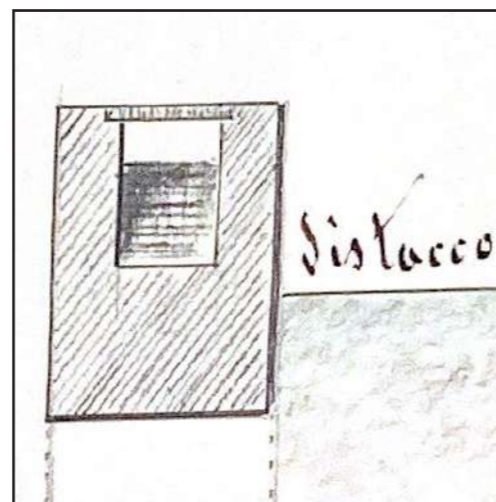
La pavimentazione in lastricato è probabilmente esito della copertura della sezione del canale dell'acquedotto, avvenuta in tempi successivi alla sua progressiva costruzione per ragioni igieniche e funzionali e, in generale, ha previsto l'innalzamento delle sue pareti laterali e la realizzazione di un risalto per l'appoggio delle lastre in massello di pietra.

Una documentazione dettagliata sulle modalità di realizzazione di tali tipi di lastricato è presente in

26. *Profilo trasversale dell'acquedotto nelle Fucine, da S. Giuseppe, presso la casa del Signor Bartolomeo Rodano, Archivio Storico del Comune di Genova, Amministrazione Municipale 1861-62, scatola 1555, C XI F 81 (dettaglio).*

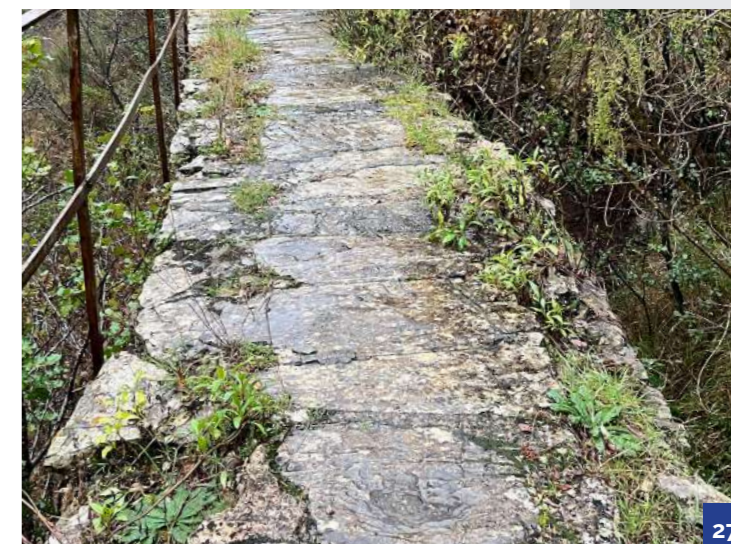
alcuni **capitolati ottocenteschi** che descrivono le seguenti fasi:

- *Innalzamento delle sponde dell'acquedotto con "scapoli" di cava scelti, allettati con malta costituita da due terzi di sabbia e un terzo di calce spenta.*
- *Intonacatura di tale innalzamento murario su entrambi i lati, esterno e interno con intonaco composto da una parte di sabbia e una parte di calce "selvatica"; l'intonaco della parte interna deve essere liscio e non presentare alcuna screpolatura.*
- *Approvvigionamento di lastre in pietra di spessore non inferiore a otto centimetri e di larghezza uguale a quella del condotto, maggiorata di 10 centimetri per lato, corrispondenti agli appoggi sulle "sponde" dei muri laterali*
- *Posa in opera di "battuto" di finitura, sopra il lastricato, di spessore non inferiore a otto centimetri, costituito da malta composta per metà da sabbia*



di fiume e per metà da calce "selvatica", posta in opera a "superficie convessa" (a schiena d'asino) e perfettamente liscia, per favorire il deflusso delle acque meteoriche.

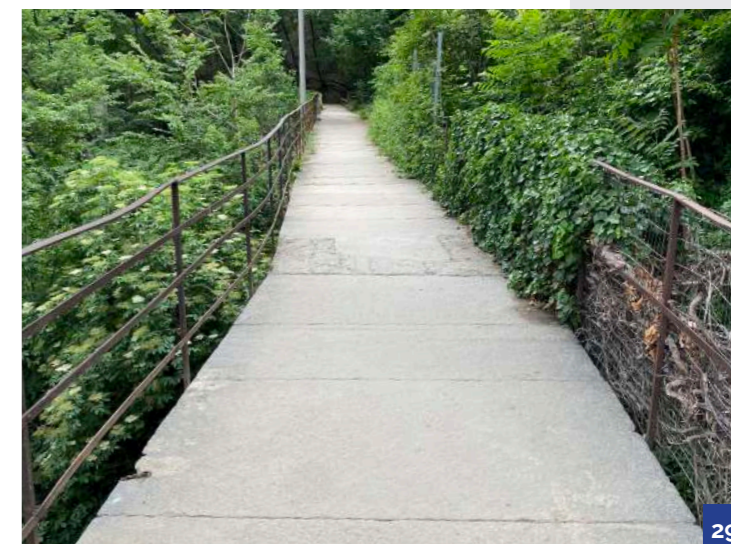
Le modalità di posa sopra descritte si riferiscono ai tratti coperti da lastre di calcare marnoso e di pietra di Luserna. Lo strato di finitura, in **battuto di calce** di cui parlano i documenti ottocenteschi, è ormai quasi scomparso in molti tratti del percorso, eroso e dilavato dal tempo e dall'usura.



27. Calcare marnoso in blocchi di forma irregolare e teste di muri a vista. *EL_P1*

28. Lastre di Luserna e teste dei muri a vista. Le lastre sono appoggiate ai due lati su un dente nelle teste dei muri e a traverse di ardesia posizionate con regolarità, a differenza delle lastre che non sono tutte uguali. *EL_28*

29. Lastra di Luserna che copre tutta la larghezza del condotto, comprese le teste dei muri. È presente in genere in alternanza con calpestio di in calcestruzzo; si può ipotizzare che tali lastre siano state impiegate per ridare continuità al tracciato. In genere la lastra assolve funzione di copertura del condotto. *EL_66*



Degrado, guasti e dissesti

Prima di intervenire sulle pavimentazioni in lastricato, occorre valutare lo stato di conservazione dei loro elementi, sia della superficie di calpestio, sia delle opere di sostegno o di delimitazione laterale, demandando a specialisti eventuali interventi di consolidamento strutturale o che necessitano di opportune opere in sicurezza.

Interventi preventivi alla manutenzione dei lastricati riguardano la pulizia, il diserbo, la rimozione della vegetazione infestante dalle connessioni tra lastre e tra le pietre dei muri laterali, descritte in una sezione precedente.

In generale, un lastricato può diventare difettoso e insicuro per il transito perché i singoli pezzi si logorano in misura maggiore sugli spigoli in corrispondenza dei giunti che nella parte centrale, oppure per rottura di qualche singolo elemento

dovuta a sconessioni o eccessivo carico nella parte più sollecitata e non sufficientemente sostenuta all'intradosso. L'infiltrazione delle acque meteoriche tra le parti sconnesse, oltre all'usura, aumenta il processo di degrado complessivo del manufatto.

Nello specifico, le forme di degrado delle pavimentazioni in lastricato possono essere riassunte in:

- **usura** differenziale ed erosione dello strato superficiale;
- **disallineamento** e perdita di connessione di una o più lastre dal substrato;
- **lesioni** superficiali e passanti, rotture e dislocamenti di singole lastre;
- **buchi** e mancanze parziali sia nel lastricato sia nelle murature laterali;
- **mancanze** di intere lastre o blocchi lapidei laterali del canale.



30.

Interventi di manutenzione e riparazione

Interventi contro usura ed erosione

Operazione preliminare è la pulitura della superficie di pavimentazione, con le modalità descritte nell'apposita sezione e la verifica della stabilità delle lastre (ancoraggio al supporto).

Se le lastre necessitano di sigillatura si veda l'intervento descritto di seguito; se le lastre sono ben adese al supporto ma la superficie è erosa al punto da compromettere la sicurezza del fruitore, è necessario trattare la superficie in modo da renderla antistrucchiolo.

Interventi per ripristinare la connessione delle lastre al substrato

Per porre rimedio alla perdita di adesione al supporto, di un pezzo isolato, là ove le lastre non coprono direttamente il canale ma appoggiano su strutture di mediazione, occorre rialzarlo, in condizioni di sicurezza, sollevandolo con sbarre di ferro appuntite introdotte nei giunti e lasciandolo sollevato con l'aiuto di cunei o scaglie di pietra.

Occorre poi verificare la natura del sottofondo e la tipologia di supporto della lastra a chiusura del condotto e, se necessario, procedere con il sollevamento completo della

lastra stessa, sempre in condizioni di sicurezza, ed eseguire interventi di consolidamento del supporto descritti di seguito. In caso contrario, si procede con la ricostituzione di un letto di sabbia, terra o di malta, ove esistente, e con la sigillatura delle connessioni tra le lastre riportate al livello del piano di calpestio.

Se, in questa operazione, la lastra dovesse rompersi, o fosse già spezzata, dovrà essere sostituita con un nuovo pezzo uguale per dimensioni e forma.

Interventi su lesioni e rotture dei bordi delle lastre

Operazione preliminare è la verifica dell'adesione della lastra al sottofondo e della sua stabilità.

In caso di buona adesione, si procede direttamente alla sigillatura delle lastre con opportune malte fluide. Tale operazione è necessaria anche per prevenire ulteriori processi di degrado, quali infiltrazioni d'acqua che possono danneggiare il sottofondo o crescita incontrollata di vegetazione infestante.

Nel caso in cui la lastra sia distaccata dal supporto o sottofondo, occorre distinguere tra lesioni superficiali e passanti. Se le lesioni sono superficiali e sono associate anche a rotture, è necessario sigillare la lesione con malta compatibile, per fare riaderire i pezzi distaccati.

In caso di lesione passante, e quindi di rottura in due o più pezzi, occorre

30. Lastra in pietra di luserna fratturata.
EL_7

sollevare i pezzi, in condizioni di sicurezza, e verificare lo stato di conservazione del loro supporto.

Se lo stato è buono, si procede con la pulizia dei pezzi e il riposizionamento sul letto (di sabbia o di malta) e, successivamente, con la sigillatura della/e lesione/i. Se il supporto della lastra ha perso efficienza e resistenza strutturale, occorre consolidarlo, come descritto nella voce successiva.

Interventi su buchi e mancanze parziali nel lastricato e nelle murature

Talvolta, le mancanze puntuali e i buchi esistenti in alcuni tratti del percorso sono stati colmati con materiale vario o coperti con

la sovrapposizione di una lastra metallica stampata, in alcuni casi anche cementata.

Altre volte, i buchi lasciati a vista costituiscono un pericolo per la sicurezza del fruitore, oltre che per la conservazione delle lastre stesse che, se non riparate, possono rompersi ulteriormente e crollare nel condotto là ove sono poste a sua diretta chiusura.

Operazione preliminare, in questi casi, è la verifica dello stato di conservazione del sottofondo e/o del supporto strutturale della lastra, che può essere effettuata a vista, se il foro o la lesione lo consentono, o ricorrendo a una sonda.

Gli interventi di riparazione variano a seconda che il supporto sia stabile e resistente o che la rottura

della lastra, con conseguente distacco di parti, sia stata causata da cedimento del sottofondo o supporto. In questo secondo caso si rimanda all'intervento descritto nella voce successiva.

In generale, la mancanza di una parte di lastra può essere risolta coprendola con un elemento lapideo o metallico o sostituendo la lastra se irrecuperabile. La copertura della mancanza, soprattutto se realizzata con una lastra lapidea, compromette la planarità della superficie di calpestio e può costituire un elemento di inciampo.

Tuttavia, l'inserimento di una lamiera metallica è da considerarsi unicamente come intervento provvisorio, per ripristinare le

condizioni di sicurezza del percorso, in attesa di operare, in condizioni di sicurezza e con personale qualificato e specializzato, per la sostituzione della lastra.

Sostituzione di lastre

Verifiche e operazioni preliminari

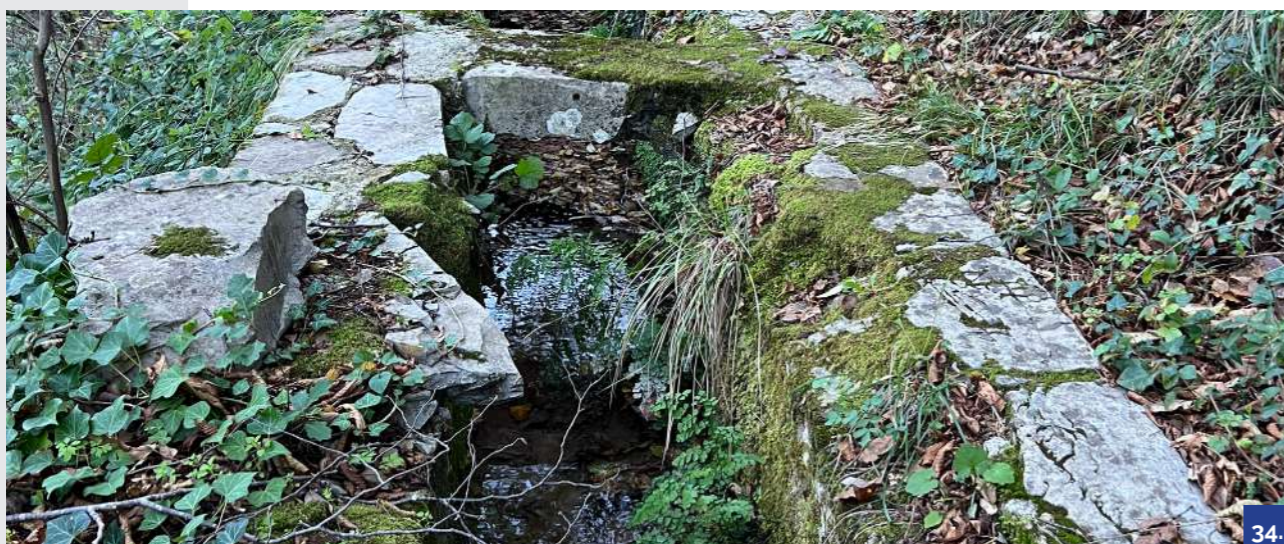
Dopo l'operazione di sollevamento occorre verificare la natura e la tipologia del supporto, ripulire il condotto da elementi di crollo e detriti, consolidare l'eventuale supporto (inserendo eventualmente

- 31. Lastra con bordo fratturato *EL_63*
- 32. Piccola mancanza del bordo di una lastra e della malta tra le lastre. *EL_P1*





33.



34.



35.

elementi lineari metallici a supporto della lastra stessa). L'intervento deve essere effettuato da personale specializzato.

Materiali

Il materiale da utilizzare nella riparazione di lastricati e selciati deve essere resistente all'usura per attrito e alla compressione; deve presentare limitata capacità di assorbimento ai liquidi e deve essere antigelivo. Inoltre, la superficie degli elementi componenti la pavimentazione non deve risultare troppo levigata. In ogni caso il materiale deve essere analogo a quello da sostituire o da porre in opera a riparazione di parti mancanti.

Realizzazione

La prima operazione consiste nella pulizia accurata di tutta la superficie da riparare e si continua con la rimozione delle pietre, della sabbia fangosa o della malta decoesa che costituisce lo strato superiore del sottofondo, senza toccare quella di buona qualità che si trova al di sotto.

La posa in opera delle pietre è diversa nel caso le pietre siano utilizzate a diretta copertura del condotto o se siano appoggiate su strutture di supporto di varia natura e consistenza, quali volte in muratura ed eventuale riempimento interposto, o direttamente sul suolo

o su letti di fondazione in sabbia e/o malta.

Posa in opera a secco. Nel caso di posa su sabbia, lo strato di allettamento deve avere spessore sufficiente a livellare le irregolarità del sottofondo per assicurare planarità alla pavimentazione. Questo strato può riposare direttamente sul suolo oppure su uno strato di ghiaia con funzione di consolidamento del suolo stesso. In caso di terreno cedevole, è conveniente attendere il suo completo assestamento.

La sabbia, priva di terra, deve essere regolarmente distesa e battuta. Successivamente sono posate le lastre e le commessure tra esse sono riempite con sabbia fine

Infine, si procede alla battitura con mazzapicchi per far affondare le pietre entro il loro letto.

Se le lastre sono direttamente poste sul suolo senza strato di sabbia di allettamento occorre far sì che penetrino al suo interno e siano stabili e complanari.

Nella **posa in opera con malta** lo strato di sabbia di fondazione è sostituito da un letto di malta di altezza pari a 5-10 cm.

La malta, leggermente idraulica, deve essere fluida; le pietre si dispongono sul letto battendole, in modo da ottenere la regolarità e planarità della superficie di calpestio. Le commessure tra le pietre, tenute più strette possibile, sono accuratamente chiuse con la stessa malta.

33. Mancanza parziale del bordo della lastra. *EL_P4*

34. Mancanza di diverse lastre. *EL_P2*

35. Mancanza di una lastra. *EL_P1*



Pavimentazioni in selciato

Si definisce selciato un tipo di pavimentazione in cui la superficie è costituita da pietre in piccola pezzatura appoggiate e in parte inserite direttamente sul suolo o entro un letto di sabbia, di malta o calcestruzzo. Gli elementi lapidei componenti, a differenza di quanto avviene nei lastricati, sono di forma irregolare e lavorati grossolanamente.

I pezzi sono accostati gli uni agli altri con commessure non troppo larghe, ove talvolta crescono l'erba o i muschi.

Le operazioni di manutenzione sono, in questi casi, più semplici e spesso si riducono alla pulizia e rimozione di detriti, allo sfalcio dell'erba e alla rimozione di vegetazione infestante, descritte ai punti precedenti, o di integrazione di elementi mancanti se necessari a garantire la continuità del piano di calpestio, la sua stabilità e percorribilità in condizioni di sicurezza.

Gli elementi instabili possono essere fissati, ripristinando le loro connessioni con il sottofondo e agendo in relazione alle sue caratteristiche, inserendo nuova sabbia o nuovi leganti ove esistenti.

Le mancanze di elementi della pavimentazione che mettono a rischio l'utilizzabilità in sicurezza del percorso debbono essere risolte inserendo nuovi elementi analoghi a quelli esistenti, per litotipo, di forme e dimensioni adeguate alla mancanza.

L'inserimento di elementi incongrui (ad es. mattonelle cementizie o lastre regolari di pietre avulse dal contesto) è accettabile solo come intervento provvisorio in attesa di soluzioni definitive realizzate con elementi coerenti.

Per quanto riguarda degrado, guasti e dissesti e relativi interventi di manutenzione e riparazione si rimanda alla sezione relativa alle pavimentazioni in lastricato.



Pavimentazioni in acciottolato e ammattonato

Tipologie, materiali e caratteristiche costruttive

L'acciottolato è formato con ciottoli di fiume arrotondati e levigati, disposti entro un letto di sabbia o di malta. L'ammattionato è costituito da mattoni pieni, in genere ferrioli ossia molto cotti, perché più resistenti, disposti di coltello su un letto di sabbia o, più recentemente, di malta idraulica o di cemento. I mattoni possono essere posti in opera in vari modi e con diversi disegni, anche in relazione alla larghezza del percorso ma, prevalentemente, in file disposte trasversalmente ad esso.

In questi tipi di pavimentazione la resistenza e la stabilità sono ottenute riducendo il più possibile gli interstizi tra le pietre e/o i mattoni. Le pietre dovrebbero posare su un sottofondo resistente, permeabile all'acqua e sufficientemente elastico (strato di sabbia), ma vi sono casi, di più recente realizzazione, in cui il sottofondo è rigido e impermeabile (strato di calcestruzzo).

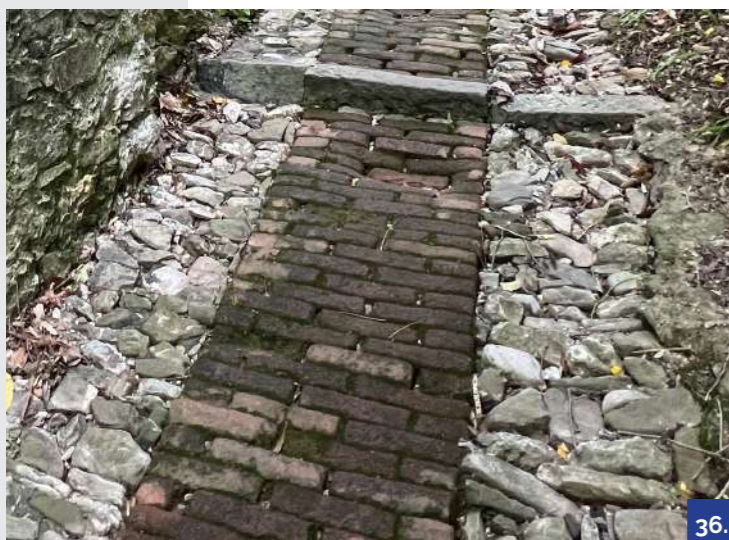
Nel primo caso l'acqua meteorica penetra nella pavimentazione che risulta drenante e può con il tempo asportare il sottofondo di sabbia. Nel secondo caso, l'acqua piovana ruscella in superficie e può, con il tempo, rovinare il piano di calpestio, gelare e creare problemi a valle

o a lato dei percorsi, oltre che situazioni di rischio per i visitatori, in presenza di precipitazioni intense. Anche nel caso di sottofondo in calcestruzzo tra la fondazione e la pavimentazione è comunque indispensabile interporre un sottile strato elastico di ghiaia.

I ciottolati sono realizzati generalmente a secco; si esegue prima di tutto uno scavo nel terreno, della profondità da 25 a 30 cm, in modo da preparare il fondo che deve essere solido e incompressibile (attraverso l'uso di una "mazzaranga"). Sopra il terreno compresso si stende uno strato di ghiaia di 15 cm di altezza, che deve essere pressata per rendere lo strato il più compatto possibile. Sullo strato di ghiaia se ne stende uno di sabbia (altezza 5 cm), nel quale sono inseriti i ciottoli.

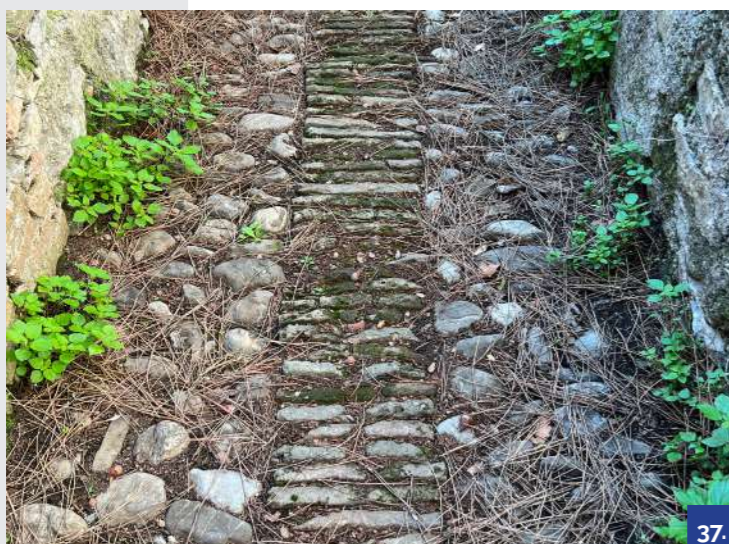
I ciottoli si dispongono in file successive, l'uno accanto all'altro, affondati e battuti in modo da regolarne la sporgenza e, quindi, il livello definitivo della superficie di calpestio (4 cm circa). Una volta messa in opera una porzione di acciottolato, si stende sulla superficie uno strato di sabbia, per riempire gli interstizi tra gli elementi e si procede alla loro battitura per ottenere l'assestamento della pavimentazione.

La durevolezza di un acciottolato dipende dalla qualità del materiale impiegato e dalla compattezza e uguaglianza delle modalità



36.

di assestamento. I ciottoli devono essere ben conformati e simili per forma e dimensione, tendenzialmente a sezione ellissoidale. Inoltre, i ciottoli devono essere di grana fine e il più possibile resistenti al gelo. La ghiaia deve essere di granulometria uniforme e la sabbia deve essere silicea o quarzosa, depurata anche dai piccoli sassi e da impurità terrose. Se i ciottoli non hanno uguali dimensioni, non si devono mischiare grandi e piccoli, ma impiegarli nel modo più efficace.



37.

Degrado, guasti e dissesti

Carattere distintivo delle pavimentazioni in ciottolato è quello di non presentare superficie uniforme e compatta. Il ciottolato è soggetto a deformazione sotto l'azione dei carichi, anche perché la forma dei ciottoli non permette la ripartizione uniforme dei pesi. In caso di sovraccarico, il ciottolo si può rompere o affondare.

Un ciottolato si conserva bene se gli interstizi tra gli elementi lapidei componenti sono di dimensioni ridotte e possibilmente colmi di sabbia. Gli urti ripetuti sui ciottoli tendono a produrre due tipi di guasti, ossia la rottura del ciottolo,



38.

36. Pavimentazione in ammattonato con acciottolato laterale nel percorso di accesso EL_24

37. Pavimentazione in ammattonato tratto in salita del ponte sifone sul Geirato EL_24

38. Tratto di ammattonato affiancato ad acciottolato e strada carrabile asfaltata. EL_7

il suo eccessivo affondamento nello stato di allettamento o la sua rimozione.

Col passare del tempo si producono depressioni tanto più sensibili ed estese quanto più debole è il fondo, e quanto più piccolo è il ciottolo.

Inoltre, si possono rilevare le seguenti forme di degrado e di guasto o dissesto localizzato:

- **usura** differenziale del piano di calpestio, soprattutto negli ammattonati;
- **erosione** e asportazione del materiale dello strato di sottofondo e allettamento, per effetto della penetrazione e ruscellamento dell'acqua piovana al suo interno;
- **mancanze** di singoli elementi o di intere porzioni di pavimentazione;
- **rottore** di singoli elementi componenti;
- **distacchi** e dislocamenti di elementi componenti.

Interventi di manutenzione e riparazione

Sono possibili i seguenti interventi:

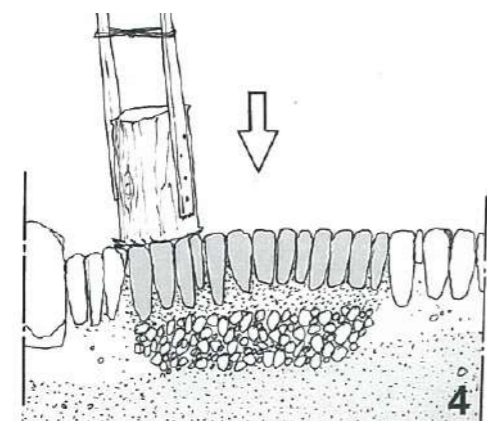
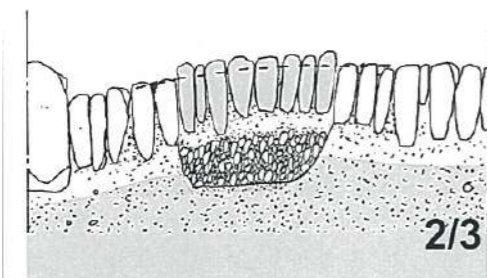
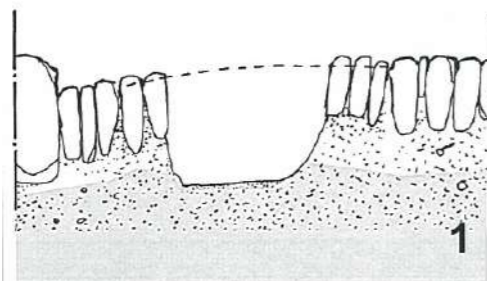
- eliminazione o riduzione delle depressioni e degli avvallamenti nelle superfici di calpestio;
- riparazione parziale o totale di acciottolati e ammattonati.

Per eliminare o ridurre le depressioni in un acciottolato, causa di inciampo e di accumuli d'acqua

piovana, un addetto, con il piccone e una sbarra di ferro acuminata, solleva i ciottoli, mentre un altro sparge sabbia e la fa defluire fra gli interstizi e nel sottofondo. In seguito, si battono i ciottoli sollevati con la "mazzera", in modo da ripristinare la superficie regolare e planare della pavimentazione. Questa operazione, tuttavia, non è sempre risolutiva e, nel tempo, la depressione può ricomparire. Analogamente può succedere per gli ammattonati e l'intervento seguirà procedure analoghe, sempre tenendo conto del tipo di sottofondo esistente.

La riparazione di un acciottolato consiste nella sostituzione della porzione guasta o deteriorata e irrecuperabile o nella costruzione di quella mancante, descritta nel paragrafo successivo.

Nel primo caso si rimuovono con il piccone i vari elementi e lo strato di sottofondo, per una profondità di circa 5 cm. Il sottofondo andrà sostituito con nuova sabbia o malta, in relazione alle caratteristiche del singolo caso. Analogamente devono essere eliminati i ciottoli o mattoni rotti o troppo consumati, sostituiti con nuovi ciottoli di forma e dimensioni simili e nuovi mattoni pieni.



Riparazione di cedimenti e integrazione di mancanze

L'intervento consiste nella riparazione puntuale di parti danneggiate o "affondate" rispetto alla normale superficie di calpestio del percorso o delle parti mancanti. L'intervento di manutenzione deve conseguire un sufficiente innalzamento della parte di pavimentazione "depressa" anche attraverso un parziale rifacimento, con reintegrazione e rinforzo del sottofondo cedevole.

Materiali

Per la riparazione di acciottolati esistenti si possono utilizzare elementi lapidei di forma ellissoidale da porre in opera con l'asse maggiore posto in verticale, in modo da garantire un miglior inserimento nel sottofondo.

La ghiaia per il sottofondo deve essere di grandezza media e la sabbia deve essere silicea o quarzosa, depurata da piccoli sassi o sostanze terrose.

Posa in opera

- Sollevamento e rimozione dei pezzi danneggiati e del sottofondo cedevole fino a raggiungere lo strato di terreno stabile e compatto (1);

I disegni di Mario Caraffini sono tratti da: Musso, S.F., Franco, G., *Guida agli interventi di recupero dell'edilizia diffusa nel Parco Nazionale delle Cinque Terre*, Marsilio, Venezia, 2007, p. 267

- pulizia dei ciottoli per il loro riutilizzo (1);
- inserimento di uno strato di ghiaia e sabbia per colmare il sottofondo (2);
- posa in opera di uno strato di fondo in calce e aggregati a granulometria fine di uno spessore di circa 4 cm (3);
- posa in opera dei ciottoli recuperati; devono essere eliminati i ciottoli rotti o troppo consumati, e sostituiti con nuovi ciottoli di forma e dimensioni simili. I ciottoli devono essere infissi nel fondo per 3/4 della loro altezza (4);
- battitura con un mazzuolo su un'assicella di legno e bagnatura con acqua applicata a pennello o a bassa pressione (4).

Occorre comunque tener presente che, per quanta cura si ponga nella riparazione, non si ottiene mai, nelle parti rinnovate, una incompressibilità uguale a quella del vecchio ciottolato. Per questo motivo è opportuno procedere al rifacimento di zone abbastanza estese, anziché eseguire rappezzi limitati alle sole depressioni.



Pavimentazioni continue in getto

In alcuni tratti del percorso il piano di calpestio è costituito da un semplice "battuto" di conglomerati di varia natura, prevalentemente di cemento o malta idraulica. I pavimenti in "battuto" sono così definiti secondo una terminologia tradizionale legata al metodo di posa. Il pavimento in malta o conglomerato cementizio, infatti, veniva battuto con frattazzi in legno o altri strumenti simili per renderlo piano e, per quanto possibile, omogeneo.

Il "battuto" è talvolta esito di interventi piuttosto recenti di riparazione di tratti di pavimentazione in lastricato o selciato danneggiati e interrotti,

cui può essere sovrapposto o affiancato per colmare mancanze e ripristinare così la continuità del piano di calpestio del percorso. In altri casi il "battuto" è direttamente appoggiato al suolo o mediante uno strato di sottofondo in ghiaia.

Talvolta, infine, può risultare anche armato con tondini di ferro o reti metalliche. La granulometria degli aggregati è estremamente variabile e influisce sul comportamento nel tempo del "battuto" e sulla sua resistenza all'usura derivante dal passaggio delle persone o di veicoli e all'aggressione degli agenti atmosferici e ambientali cui è esposto.



Degrado, guasti e dissesti

Le sollecitazioni di varia natura cui il "battuto" è sottoposto possono, col passare del tempo, provocare vari fenomeni di degrado e dissesto, quali:

- **perdita di planarità**, di regolarità e di corretta pendenza necessaria al deflusso delle acque meteoriche verso i lati, creazione di avvallamenti e depressioni, con rischio di ristagno di acqua piovana;
- **fratture, fessure, distacchi** di strati più o meno profondi, con conseguenti mancanze di materiale più o meno estese;
- **erosione** e perdita di materiale;
- **corrosione** dei ferri di armatura (ove presenti);
- aggressione di **vegetazione infestante**.

Questi fenomeni di degrado e dissesto costituiscono un potenziale rischio per la agibilità e sicurezza del percorso (rischi di inciampo, cadute, scivolamenti ecc.), oltre a pregiudicare la durabilità e le prestazioni del manufatto.

39. Calcestruzzo con aggregati riconoscibili, di granulometria media costituiti da ciottoli di fiume. *EL_60*

40. Calcestruzzo in malta di calce con cavillature superficiali. *EL_61*

41. Mancanza per sfondamento di una porzione del calpestio in calcestruzzo. Generalmente il calcestruzzo in malta di calce è steso su lastre sottili in pietra. *EL_28*

Interventi di manutenzione e riparazione

Se i fenomeni di degrado e i guasti sono estesi e gravi la soluzione più razionale ed economica è rimuovere la porzione danneggiata di pavimentazione e realizzare un nuovo "battuto" o scegliere un altro tipo di pavimentazione, anche in relazione ai tratti contermini del percorso. Le riparazioni puntuali sono sempre possibili ma di dubbia efficacia. In ogni caso eventuali "rappezzì" debbono essere realizzati asportando anzitutto le porzioni di materiale incoerente presente sul "battuto" esistente da riparare, per consentire una corretta ed efficace adesione della nuova malta.

Anche in caso di fratture e lesioni anche a rete occorre valutare se sia possibile ed efficace procedere alla loro sigillatura, previa pulitura, con malte compatibili con l'esistente, eventualmente additivate per aumentarne la capacità di presa e adesione al supporto. Nel caso siano presenti elementi di armatura ossidati si consiglia la rimozione del "battuto" esistente e la sua sostituzione. Eventuali avvallamenti e depressioni, ove si accumula acqua piovana, possono essere riempiti da nuova malta compatibile con l'esistente fino a ripristinare la continuità e regolarità.

Analogamente, il ripristino della corretta pendenza per il deflusso dell'acqua ai lati del percorso è talvolta risolvibile con aggiunta di malta, se le condizioni del "battuto" esistente lo consentono.



Piani di calpestio in terra

In alcuni tratti, il percorso dell'acquedotto abbandona il tracciato del canale e si sviluppa direttamente sul suolo costituito da terra, talvolta mista a ghiaia e con pietre sparse di varie dimensioni smosse o inglobate.

Degrado, guasti e dissesti

La consunzione di un battuto di terra non è mai uniforme e, in alcuni punti del percorso, possono insorgere depressioni, solchi, avvallamenti - in cui l'acqua piovana può ristagnare - o accumuli di terra smossa o compatta che tende a trasformarsi in fanghiglia in presenza di piogge intense. In alcuni tratti il percorso può inoltre essere invaso da vegetazione infestante. Queste situazioni possono rendere il transito sul percorso difficile, faticoso e rischioso per la sicurezza.

Interventi di manutenzione e riparazione

A tali problemi si può far fronte anzitutto con interventi di pulizia, con rimozione di terra smossa e fango o pietre che possono costituire pericolo e ostacolo alla percorribilità. La rimozione della vegetazione infestante va eseguita secondo le indicazioni del manuale.

Per impedire che lo strato di terra superficiale perda spessore, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche o di azioni meccaniche da usura, occorre porre sul tratto

danneggiato nuovo materiale. Ciò serve anche a ripristinare la regolarità del piano di calpestio, la sua compattezza e resistenza alle azioni meccaniche e al dilavamento. La terra può essere frammista a sabbia o ghiaia di granulometria contenuta per aumentare la possibilità di compattamento. L'uso di terre stabilizzate deve essere autorizzato e la sua posa in opera deve essere eseguita da personale specializzato.

Le opere di riparazione debbono essere eseguite in modo che il materiale di riporto sia compatto e ricostituisca uno strato superficiale il più possibile regolare, stabile e resistente, eventualmente anche bagnando il tratto da riparare. Si esegue anzitutto la pulitura del tratto, con rimozione della terra smossa e quindi si spande il materiale realizzando adeguate pendenze necessarie al deflusso laterale delle acque meteoriche. Una volta steso il materiale di riporto occorre pressarlo ripetutamente per compattarlo e stabilizzarlo.

Ove non esistente e in relazione alla conformazione del tratto di percorso, può essere necessario realizzare un sistema di raccolta e deflusso delle acque meteoriche.

Ove le pendenze lo richiedano, è possibile realizzare eventuali gradini o gradoni, infiggendo nel terreno elementi in legno o in pietra in senso trasversale al percorso per agevolarne la fruizione.



Pavimentazioni in asfalto

Alcuni tratti del percorso, sia ove il piano di calpestio coincide con il sottostante canale dell'acquedotto, sia ove poggia direttamente sul terreno, sono asfaltati, anche come esito di interventi di riparazione tendenzialmente recenti. La qualità del materiale e della sua posa in opera varia da tratto a tratto.

Degrado, guasti e dissesti

I guasti possono essere vari:

- **fenditura**, anche a rete;
- **depressioni**, ondulazioni e avvallamenti;
- **rottture** a tratti;
- **frantumazione**;
- **mancanze**.

La formazione di lunghe fenditure irregolari è dovuta alla contrazione della superficie in conseguenza dell'abbassamento della temperatura.

Talvolta si manifestano fessure anche nelle giunture tra un tratto di pavimentazione esistente e uno nuovo, quale un precedente rappezzo. Questi inconvenienti si possono prevenire se l'asfalto è ben lavorato e il sottofondo è stabile.

La disgregazione dello strato di asfalto avviene quando la superficie

è troppo molle, quando il legame con il sottofondo è difettoso e per usura.

Interventi di manutenzione e riparazione

Le riparazioni e i rappezzi di parti mancanti o danneggiate dello strato di asfalto devono essere eseguite in condizioni meteorologiche adatte e in assenza di pioggia.

Nelle porzioni di percorso degradate, si rimuovono anzitutto le parti disgregate e instabili e si mette a nudo il sottofondo, asportando l'asfalto e definendo le parti stabili da mantenere con incisioni a spigoli vivi. I vuoti così creati sono riempiti con polvere asfaltica calda, che viene cilindrata e battuta.

Per quanto le riparazioni si eseguano con cura, è assai difficile ottenere la medesima superficie (tra la parte esistente e il rappezzo). In ogni caso gli interventi debbono essere realizzati da personale qualificato.

Se le porzioni danneggiate sono molto estese, è comunque preferibile rimuovere l'asfalto e costituire un nuovo piano di calpestio coerente, in continuità con la pavimentazione attigua, ad esempio in lastricato o in selciato.



Scale e gradini in pietra o mattoni

In alcuni tratti del percorso caratterizzati da elevate pendenze o in prossimità di accessi laterali e di manufatti connessi all'acquedotto, vi sono rampe di scale di varia lunghezza, gradoni o semplici gradini che consentono di superare dislivelli di modesta entità.

I gradini sono prevalentemente realizzati con blocchi unici di pietra o con pietre accostate, con filari di mattoni pieni posti di coltello, o con elementi lignei squadri o irregolari infissi nel terreno, nei tratti di percorso non coincidenti con il canale dell'acquedotto e sviluppati direttamente sul suolo.

Degrado, guasti e dissesti

I fenomeni di degrado di questi elementi dipendono dal loro corretto posizionamento, dal loro utilizzo e dalle caratteristiche dei materiali e comprendono:

- **scagliatura;**
- **rottura** degli spigoli;
- **fratture** e distacchi;
- **mancanze;**
- **erosione** dei giunti tra blocchi di pietra o mattoni;
- **dislocamenti.**

Interventi di manutenzione e riparazione

Sono possibili i seguenti interventi di manutenzione e riparazione:

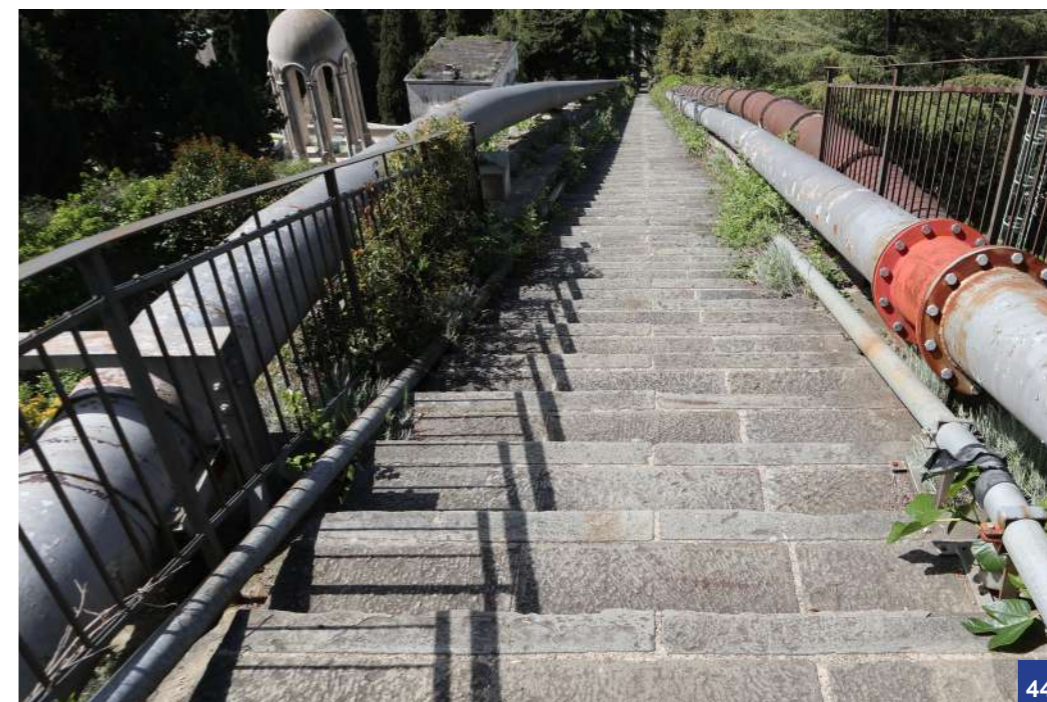
- inserimento di nuova malta idraulica nei giunti tra le pietre o i mattoni del gradino, per ripristinarne la stabilità;
- inserimento di singoli elementi mancanti, in gradini costituiti da più pietre o da mattoni, utilizzando elementi analoghi agli esistenti per forma e dimensioni e, se necessario, malta di calce idraulica per i giunti tra di essi;
- sostituzione di elementi lapidei o laterizi, ove irrecuperabili, utilizzando elementi analoghi per forma, dimensioni e materiali.

L'intervento manutentivo e riparativo deve assicurare che il gradino, al termine delle operazioni, sia stabile e sicuro per la percorrenza.



42.

42. Scala con gradini in lastre di calcare marnoso e struttura in pietra. *EL_G3*
43. Scala in pietra con pedate realizzate in lastre di arenaria con i bordi arrotondati. *EL_35*



44.

44. Scala del ponte sifone del Veilino; i gradini sono realizzati in lastre di arenaria. *EL_75*
45. Scala in pietra di raccordo tra la quota dell'estradosso della galleria e quella del tracciato ordinario, in località Ruinà. *EL_G3*



43.



45.

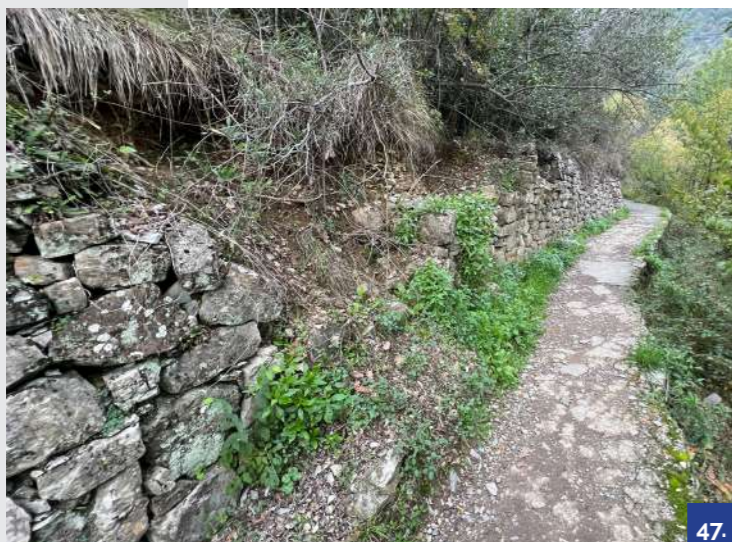
PARETI DEL CONDOTTO, MURI DI CONTENIMENTO, DI DELIMITAZIONE E DI PROTEZIONE





46.

Le opere murarie di sostegno dell'acquedotto e del terreno, nonché i parapetti, sono realizzate con elementi lapidei di varia pezzatura e dimensione e con scaglie di ridotta pezzatura ottenute da elementi di maggiore dimensione, posti in opera con malta a base di calce. Gli elementi sono disposti in corsi ad andamento sub-orizzontale, con interposizione di pezzi di minori dimensioni. Il legante è costituito da malta di calce. Talvolta, le strutture di protezione laterale sono rivestite da strati di intonaco.



47.

Degrado, guasti e dissesti

Le opere murarie sono caratterizzate da fenomeni di degrado per lo più dovuti agli effetti degli agenti ambientali esterni e all'assenza di manutenzione. Oltre a ciò, le principali cause di degrado possono essere dovute a sollecitazioni impreviste (spinta del terreno imbevuto d'acqua collegato al mancato funzionamento dei sistemi di drenaggio e di allontanamento delle acque), difetti costruttivi – o manifestati nel tempo – delle murature stesse (irregolarità degli elementi, mancanza di coesione, decoesione delle malte...) o eventi traumatici



48.

46. Spanciamento del muro di contenimento a monte del condotto. *EL_3*
 47. Crollo di un tratto del muro a monte. *EL_9*
 48. Crollo di un tratto del muro a monte. *EL_28*

improvvisi. Il degrado, in alcuni casi, si è trasformato in dissesto localizzato, dovuto alla eccessiva spinta del terreno o ad altre cause, da verificare puntualmente. Tali fenomeni, in generale, possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- **patine biologiche;**
- **vegetazione infestante** e apparati radicali nella compagine muraria;
- **efflorescenze saline;**
- **erosione** e progressiva asportazione dei giunti di malta;
- **sfarinamento** degli intonaci
- **distacchi**, cadute e mancanze di intonaci;
- elementi lapidei **smossi** e vacui da rincocciare;
- **lesioni**, fratture deformazioni e crolli parziali;
- **spanciamenti** e deformazioni;
- **slittamento** alla base del muro;
- **crolli** puntuali e mancanze;
- **distacchi** con possibile scollamento/cedimento elementi sommitali (cresta dei muri);
- **crolli** per interi tratti

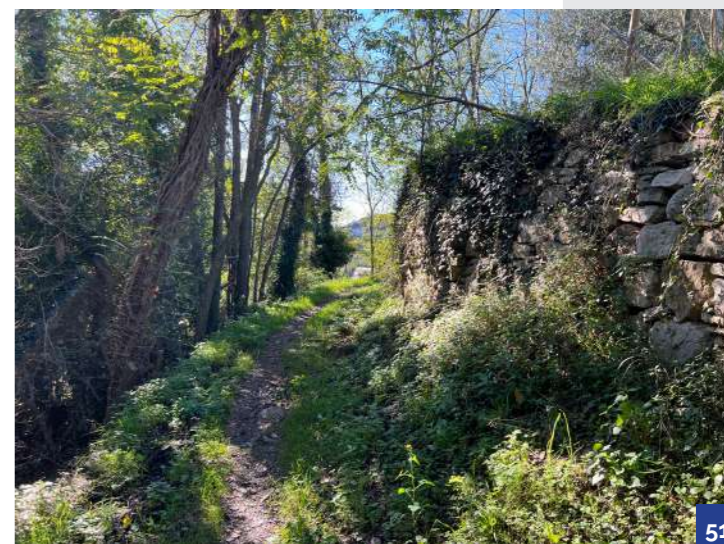


49.

49. Fessurazione e dissesto del muro a monte. *EL_69*
 50. Fessurazione e spanciamento del muro di contenimento a monte. *EL_28*
 51. Presenza di vegetazione sul muro a monte. *EL_(40)*



50.



51.

Gli interventi di consolidamento saranno attuati da personale specializzato e, ove necessario, dietro redazione di progetti specifici.

Gli interventi di manutenzione devono comunque rispettare i caratteri formali e tecnico-costruttivi delle murature esistenti, per quanto riguarda la natura litologica degli elementi, la forma, le dimensioni e le tecniche di lavorazione e di posa degli elementi, il colore, la grana e la composizione delle malte di allettamento.

Interventi di manutenzione e riparazione

Rimozione di vegetazione infestante e di materiali dannosi

L'intervento è necessario se i danni provocati dai materiali e dai depositi eventualmente presenti sulle superfici dei muri sono tali da pregiudicarne l'efficienza e la durata. La presenza di vegetazione infestante, ad esempio, può provocare danni ai giunti di malta di allettamento, agli intonaci e alle pietre della muratura. Può inoltre favorire la penetrazione dell'acqua.

La pulizia deve risultare inattiva nei confronti degli elementi costituenti la muratura e le sue superfici, non deve innescare ulteriori processi di alterazione o causare processi di inquinamento ambientale.

L'intervento può essere di tipo "meccanico" che, come tale, è potenzialmente distruttivo, o di tipo

"chimico", per il quale si rimanda alla sezione introduttiva.

Attenzione particolare deve essere posta alla rimozione di vegetazione infestante con apparati radicali di tipo arbustivo, poiché una violenta azione meccanica rischia di danneggiare seriamente il supporto. Si renderà spesso necessario, a seguito della rimozione della vegetazione, ricorrere a successivi interventi di riparazione puntuale.

Stilatura dei giunti di allettamento e integrazioni puntuali (rincocciature)

L'intervento consiste nella risarcitura (o costipamento) e nella successiva stilatura dei giunti di malta di allettamento, parzialmente o totalmente mancanti, decoesi ed erosi. L'intervento può essere associato a puntuali rincocciature (inserimento di pietre mancanti a chiusura di vuoti di maggiori dimensioni).

La finalità dell'intervento è quella di ripristinare il contatto tra le pietre della muratura, conferire continuità alla superficie muraria, eliminare le vie di penetrazione e aggressione di agenti esterni (infiltrazione di acqua e attecchimento di vegetazione).

L'intervento deve essere eseguito quando la decoesione o la mancanza interessano la parte superficiale della muratura; se i fenomeni sono estesi in profondità occorre attuare più incisivi interventi di consolidamento da parte di personale specializzato.

Materiali

Per ottenere tali risultati senza provocare danni, occorre realizzare i nuovi giunti utilizzando malte compatibili con i materiali esistenti (con legante a base di calce). Devono pertanto essere evitate le malte cementizie, perché rigide, impermeabili e spiccatamente igroscopiche, nonché ricche di sali che possono innescare dannose reazioni chimiche. Le nuove malte devono avere una coloritura che armonizzi con quelle dei giunti esistenti.

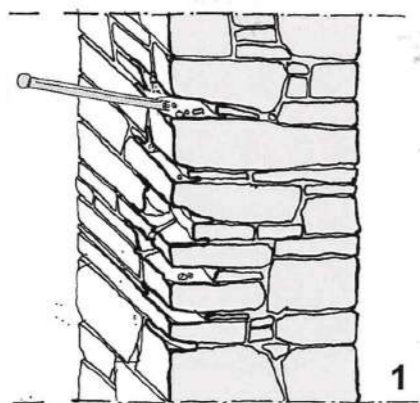
Posa in opera

L'intervento prevede le seguenti fasi operative:

- scarnificazione e asportazione dei giunti di malta degradati (1);
- pulizia meccanica dei vuoti, eseguita con spazzole di ferro e altri strumenti a punta fine e con limitato ausilio di acqua (2);
- riempimento dei vuoti con la nuova malta, utilizzando strumenti appropriati in relazione alle dimensioni delle lacune (siringhe, piccole spatole ecc.). In fase di stesura dell'impasto occorre appurare che la malta abbia raggiunto tutti i vuoti da riempire (3);
- sigillatura e stilatura superficiale dei giunti (4).

Le fotografie delle fasi di intervento sono tratte da: Musso, S.F., Franco, G., *Guida agli interventi di recupero dell'edilizia diffusa nel Parco Nazionale delle Cinque Terre*, Marsilio, Venezia, 2007, p. 108



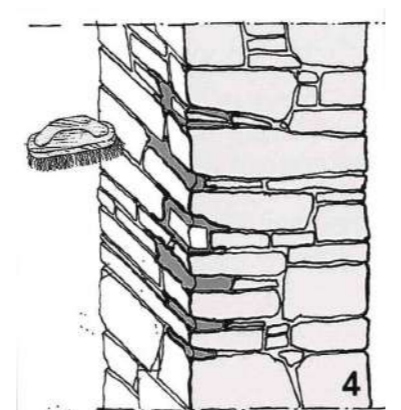
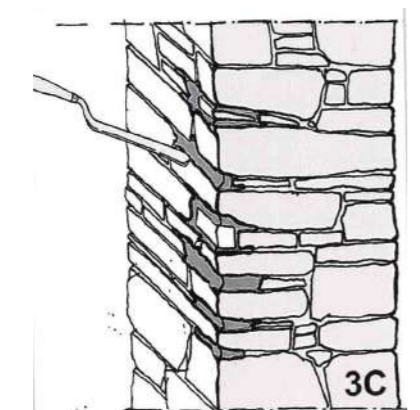
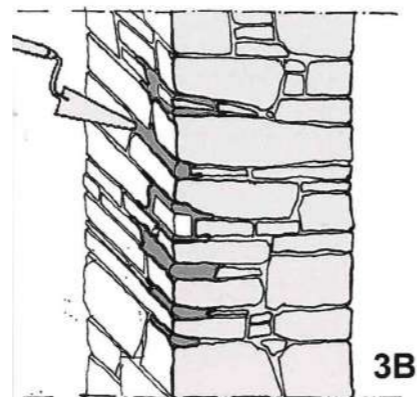
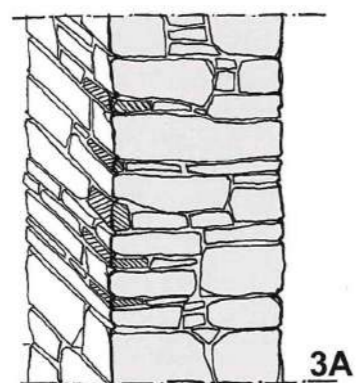
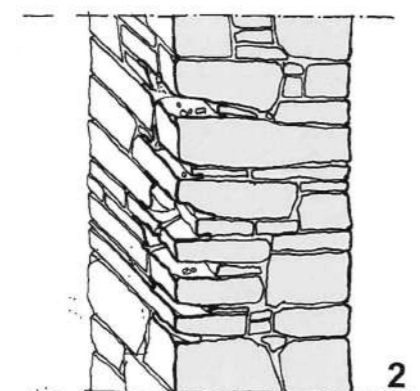


Costipamento e risarcitura di lesioni o di vuoti

L'intervento consiste nel costipamento di giunti di allettamento mancanti, di una lesione o di un vuoto presente nella tessitura muraria, a livello superficiale o profondo, dopo aver accertato che il movimento associato alla lesione o che le cause che hanno determinato la perdita di materiale abbiano cessato la propria azione distruttiva.

Materiali

Oltre alla malta a base di calce aerea o idraulica, si utilizzano elementi lapidei di piccole dimensioni, preferibilmente di



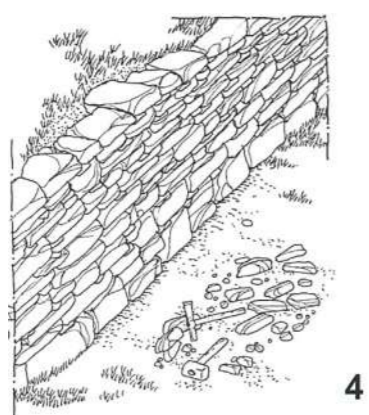
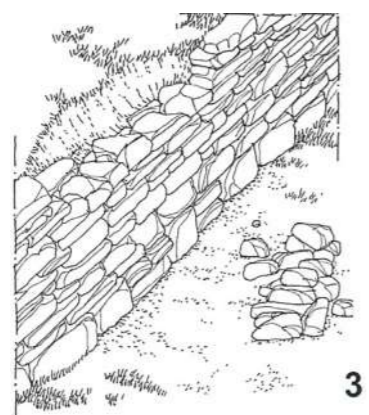
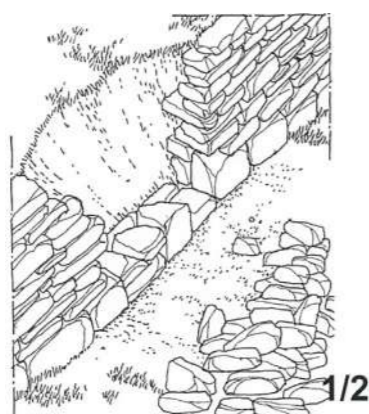
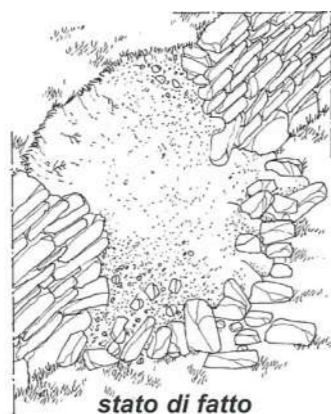
natura analoga a quelli impiegati nella muratura da costipare e risarcire.

Posa in opera

Le modalità esecutive variano in relazione alla dimensione e al tipo di vuoto da colmare e prevedono le seguenti fasi operative:

- Eliminazione delle parti instabili lungo i lembi della discontinuità e pulizia dei vuoti asportando il materiale decoeso.
- Regularizzazione dei bordi di discontinuità e pulizia con spazzole di ferro e acqua, con la precauzione di non farla penetrare nella muratura.
- Costipamento e sigillatura del vuoto con scaglie di pietra inserite a forza e con la malta, rimuovendo immediatamente il materiale in eccesso.
- Stilatura dei giunti come da intervento precedentemente descritto.
- Eventuale pulizia superficiale, se necessario.

I disegni di Mario Caraffini sono tratti da: Musso, S.F., Franco, G., *Guida agli interventi di recupero dell'edilizia diffusa nel Parco Nazionale delle Cinque Terre*, Marsilio, Venezia, 2007, p. 109



Ricostruzione di porzioni di crollo in muri a secco

L'intervento consiste nel consolidamento puntuale, nella integrazione o nel parziale rifacimento dei muri di delimitazione laterale a monte con la tecnica muraria simile a quella denominata "cuci e scuci". L'intervento deve essere comunque realizzato da personale specializzato o sotto la sua guida.

Materiali

Ove possibile si consiglia di reimpiegare gli elementi esistenti, anche se parzialmente o totalmente crollati, previa accurata pulitura e selezione.

Posa in opera

Le operazioni di riparazione puntuale di muri di sostegno si articolano nelle seguenti fasi:

- Rimozione della parte franata, separando le pietre di maggiori dimensioni da quelle più piccole (1).
- Ripristino, ove necessario, della base di fondazione del muro, impiegando massi di dimensione maggiore, appoggiati sulla roccia o sul terreno stabile (2).

I disegni di Mario Caraffini sono tratti da: Musso, S.F., Franco, G., *Guida agli interventi di recupero dell'edilizia diffusa nel Parco Nazionale delle Cinque Terre*, Marsilio, Venezia, 2007, p. 268

- Posa in opera delle pietre in corsi orizzontali o suborizzontali, con opportuni dreni, inclinando le pietre di dimensioni maggiori verso l'interno per ridurre il rischio di scivolamento e posizionando il lato lungo in senso trasversale, per legare trasversalmente il muro. Le pietre arrotondate devono essere collocate all'interno del muro, per lasciare scorrere l'acqua (3).
- Riempimento delle cavità con scaglie, inserite a forza. Ove necessario si può ricorrere a un limitato impiego di malta a base di calce idraulica (4).

Raccomandazioni

Si raccomanda di valutare le esigenze di deflusso delle acque di imbibizione dal terreno sostenuto dal muro, rispettando la sua naturale capacità drenante, non interrompendo i sistemi già esistenti o predisponendo nuovi dreni in numero e dimensioni adeguati.

RINGHIERE E ALTRI ELEMENTI IN METALLO





52.

Materiali e caratteristiche costruttive

Lungo il tracciato dell'acquedotto sono presenti numerose ringhiere realizzate in metallo, con elementi tubolari, a sezione circolare o sezione quadrangolare, piena o vuota, a L o a T. o semplici tondini.

I manufatti esistenti sono di varia consistenza e fattura, per quanto riguarda il numero e la disposizione di montanti e traversi. I montanti possono essere infissi direttamente nel terreno, in apposite buche colmate di calcestruzzo, o ancorate alle opere murarie laterali del percorso, quali le pareti laterali del condotto, muri di sostegno o le spalle dei ponti, infissi sulle loro teste o ancorati in vari modi ad essi, anche sotto il livello del piano di calpestio, sul lato a valle.

Le giunzioni tra essi possono essere realizzate con saldature, con rivetti o anche semplici legature con fili e fascette metalliche, esito spesso di interventi di riparazione. Gli elementi metallici ferrosi sono a volte privi di stati di protezione e a volte verniciati e, nei manufatti più recenti, anche

52. Protezione laterale a valle in ferro con due correnti. *EL_64*

53. Protezione laterale a valle in ferro con tre correnti e aggiunta di rete metallica. *EL_67*

54. Protezione laterale a valle in ferro verniciato di recente installazione con montanti ravvicinati e quattro correnti. *EL_55*

55. Ringhiera in ferro caratterizzata da fitte barre verticali. *EL_79*

zincati o variamente trattati o in alluminio.

I parapetti hanno lo scopo di garantire la sicurezza dei passanti, soprattutto nei punti a rischio di caduta e di agevolare la percorrenza garantendo loro un sostegno. Per le norme di sicurezza e tecniche vigenti, cui spesso gli elementi esistenti non rispondono, l'altezza di parapetti e ringhiere di protezione non deve essere inferiore a 1 metro.

Una o più barre collocate orizzontalmente tra corrimano e piano di calpestio aumentano la sicurezza dell'elemento e prevengono il rischio che gli escursionisti cadano scivolando al di sotto della traversa superiore (corrimano). Vi sono anche semplici corrimani direttamente infissi o variamente ancorati alle strutture

murarie di sostegno del terreno sui lati a monte del percorso.

Vi sono poi altri elementi metallici, quali grate, inferriate, griglie o lastre che fanno parte dei cosiddetti manufatti accessori dell'acquedotto, quali prese, tombini, canali di deflusso delle acque meteoriche. Tali elementi, soprattutto i meno recenti, possono essere in ferro dolce forgiato a mano. Altri appartengono ai sistemi di segnaletica verticale, sia di carattere viabilistico che turistico-informativo.

Altri ancora sono esito di interventi manutentivi e di riparazione soprattutto dei piani di calpestio interessati da mancanze, avvallamenti e veri e propri buchi, pericolosi per i frequentatori, e si tratta generalmente di lastre stampate, pesanti lamiere e talvolta porzione di grigliati.



53.



54.



55.



Degrado, guasti e dissesti

I fenomeni di degrado dipendono dal tipo di materiale metallico utilizzato nel singolo manufatto e dalla eventuale presenza di vernici o trattamenti protettivi superficiali.

Anche eventuali dissesti, rotture o deformazioni dipendono dal materiale metallico e dal tipo di elemento impiegato, dalla sua forma e dimensioni, in sezione e nello sviluppo lineare, dai modi di giunzione tra gli elementi e del loro ancoraggio ad altre strutture, oltre che dalle condizioni d'uso, da eventuali urti o dissesti delle opere cui sono ancorati i montanti.

Tra i fenomeni di degrado dei materiali, i più frequenti sono:

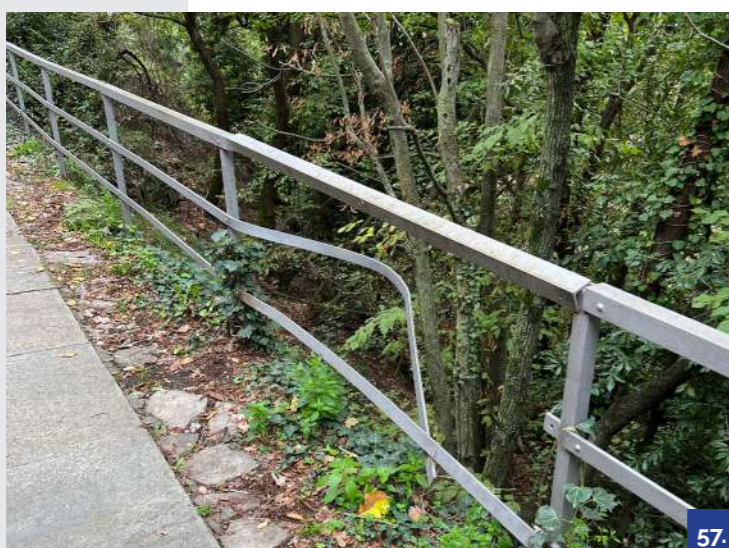
- **vegetazione infestante** rampicante;
- distacco e perdita degli strati protettivi superficiali (vernici), ove presenti;
- ossidazione e corrosione degli elementi, superficiale e profonda, fino allo sfibramento e alla perdita di materiale e diminuzione della sezione resistente;

56. Protezione laterale a valle in ferro con quattro correnti di cui uno sostituito con rami reperiti in loco. *EL_68*

57. Protezione laterale a valle in ferro con tre correnti di cui uno fortemente deformato. *EL_16*

58. Dettaglio dell'ossidazione degli elementi metallici della protezione laterale. *EL_12*

59. Deformazione del corrente superiore. *EL_P1*



- ossidazione e corrosione degli ancoraggi alle strutture cui l'elemento è connesso con conseguente degrado con eventuale perdita di sezione;

Tra i fenomeni di dissesto e guasto, i più frequenti sono:

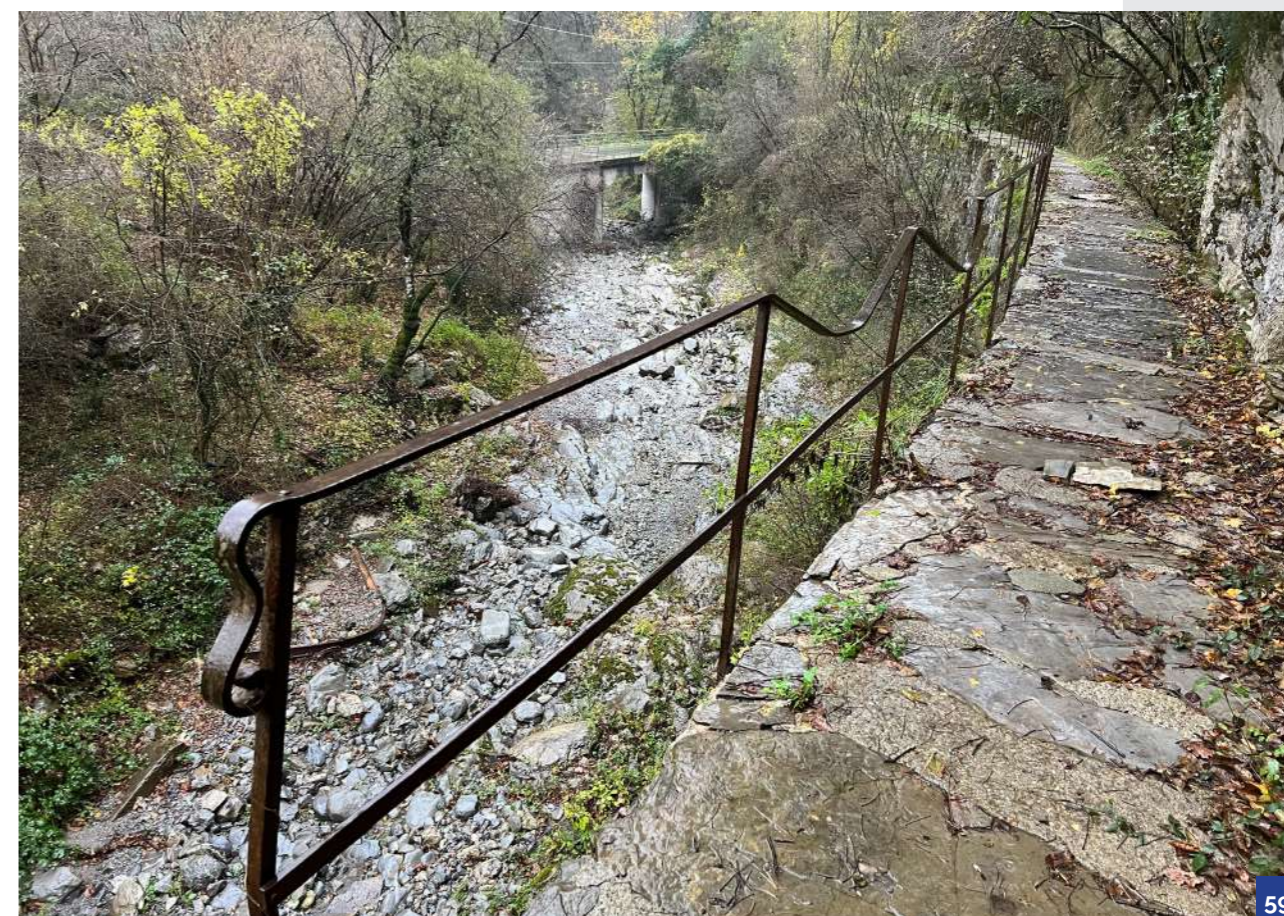
- perdita di efficienza e stabilità delle connessioni tra elementi componenti il manufatto;
- perdita di efficienza e stabilità delle connessioni delle connessioni tra elementi del manufatto e le strutture cui è ancorato;
- rottura, parziale o totale, di singoli elementi;
- deformazioni quali

svergolamenti, piegatura, imbarcamenti;

- mancanze.

Interventi di manutenzione e riparazione

Tutti i fenomeni di degrado, di dissesto e guasto, possono compromettere parzialmente o totalmente l'efficienza dei manufatti di protezione laterale del percorso mettendo a rischio la sicurezza dei frequentatori e richiedono, pertanto, interventi manutentivi e di riparazione di vario tipo e complessità.



Per i fenomeni di degrado:

- rimozione della vegetazione infestante (secondo le indicazioni della specifica scheda del manuale);
- rimozione degli strati di vernice protettiva sollevati e distaccati, se esistenti, con metodi meccanici e con eventuale ausilio di solventi (nel rispetto delle norme sulla tutela degli operatori e dell'ambiente);
- rimozione dei prodotti dei processi di ossidazione e corrosione, con metodi meccanici (spazzole, raschietti, carte abrasive...) o con ausilio di solventi (nel rispetto delle norme sulla tutela degli operatori e dell'ambiente);

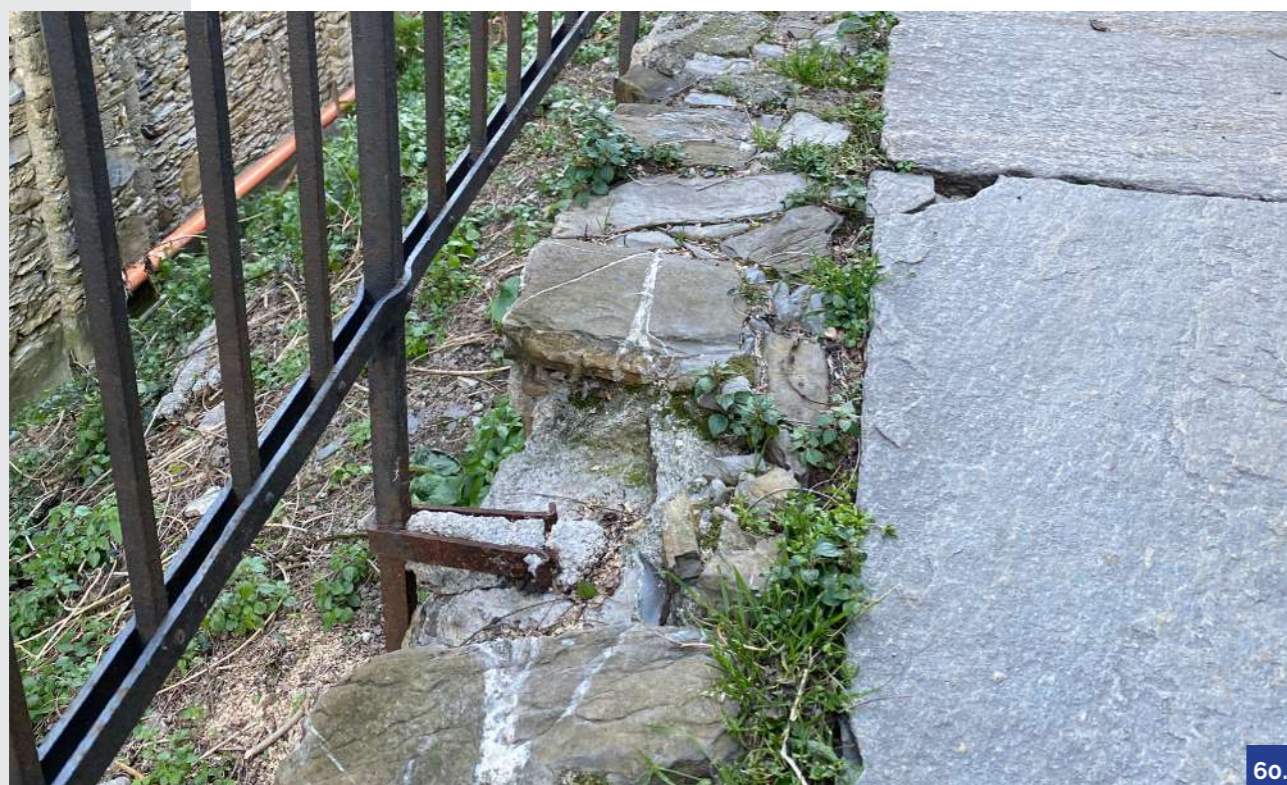
- trattamento con prodotti anticorrosione e nuova verniciatura protettiva, con colori da concordare con le autorità e gli organi di tutela competenti territorialmente.

Per i fenomeni di dissesto e guasto:

- riduzione delle deformazioni di singoli elementi, lasciati in situ o temporaneamente rimossi per favorire l'operazione, se possibile, attuata con metodi meccanici;
- riparazione delle giunzioni labili tra gli elementi del manufatto, con ripristino delle modalità esistenti, se possibile, o con inserimento di nuovi elementi, quali rivetti, chiodature, viti, fascette e fili metallici. Eventuali nuove saldature debbono

essere eseguite da personale qualificato nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti;

- sostituzione di elementi irrecuperabili e instabili con altri analoghi;
- inserimento di reti di protezione, non ossidabili, a chiudere gli spazi di eccessiva estensione tra montanti e traverse per ridurre il rischio che, cadendo, il fruitore possa oltrepassare la barriera e rovinare a valle.



60. Mancanza di elementi nella testa del muro in corrispondenza dell'ancoraggio di un montante della ringhiera. *EL_79*

RINGHIERE E ALTRI ELEMENTI IN LEGNO



Materiali e caratteristiche costruttive

Lungo il tracciato dell'acquedotto sono presenti numerose opere di protezione, quali parapetti e ringhiere, realizzati con elementi lignei. I parapetti hanno lo scopo di garantire la sicurezza dei passanti, soprattutto nei punti a rischio di caduta e di agevolare la percorrenza garantendo loro un sostegno. I manufatti esistenti sono di varia consistenza e fattura. Montanti e traversi sono a volte costituiti da legni lavorati in modi regolari e altre volte sono costituiti da semplici rami irregolari.

Per le norme di sicurezza e tecniche vigenti, cui spesso gli elementi esistenti non rispondono, l'altezza di parapetti e ringhiere di protezione non deve essere inferiore a 1 metro. Uno o più elementi, posti tra il corrimano e il piano di calpestio verticalmente o secondo la pendenza dell'elemento, possono aumentare l'efficienza del parapetto o della ringhiera, evitando che i fruitori possano cadere e superare la barriera verso valle.

I montanti dovrebbero essere squadri o torniti, trattati preventivamente per aumentarne la resistenza all'aggressione degli agenti atmosferici e alla marcatura.

La loro altezza dovrebbe essere di circa 150 cm., collocati a una distanza di circa 1-1,5 metri l'uno dall'altro e infissi nel terreno per almeno 50 cm. Su terreni con sottofondo instabile, i montanti

dovrebbero essere annegati nel calcestruzzo. I montanti in legno dovrebbero avere un diametro di 8-12 cm.

Il materiale consigliato è il castagno, il larice la quercia o il faggio. Gli elementi di castagno si fessurano più facilmente e sono di solito meno regolari e retti rispetto a quelli di larice, ma il castagno è più resistente all'umidità grazie all'alto contenuto di tannino.

Il traverso superiore, se ha funzioni di corrimano, dovrà avere sezione adeguata, come dimensioni e forma, per agevolare la sicura presa della mano e dovrebbe essere fissato ai montanti mediante chiodatura e/o con legature di fasce o fili di metallo, così come gli eventuali elementi trasversali intermedi.

Degrado, guasti e dissesti

Tra i fenomeni più frequenti vi sono:

- **perdita di efficienza** delle connessioni tra gli elementi, montanti e traversi, in genere realizzate con chiodature ma, talvolta, anche con legature assicurate in genere da fili metallici;
- **marcescenza** dei montanti a contatto con il terreno, con conseguenti rischi di perdita di verticalità, dislocazione o crollo che determinano elevati rischi di incidenti per i fruitori;
- **Deformazioni, svergolamenti, scheggiature spaccature**;

- **Perdita di ancoraggio** alle strutture murarie di sostegno al percorso o al terreno.

Interventi di manutenzione e riparazione

Le riparazioni puntuali comprendono:

- sostituzione di elementi ammalorati e irrecuperabili, con altri analoghi per forma e dimensione;
- inserimento di elementi di rinforzo e di infittimento di montanti e traversi intermedi esistenti;
- rinforzo delle connessioni tra elementi verticali e orizzontali, mediante nuove chiodature o legature;
- inserimento di reti protettive, non ossidabili, per aumentare il grado di protezione del parapetto e della ringhiera e ridurre il rischio di caduta attraverso esse, soprattutto in condizioni di pendenza del percorso e di vuoto a valle;
- eventuali trattamenti antifungini e anti-xilofagi (eseguiti da personale specializzato nel rispetto delle norme richiamate in premessa);
- trattamento delle parti inserite nel terreno con catramina o mediante bruciatura superficiale e metodi analoghi, per aumentarne la resistenza al degrado;
- verniciatura protettiva preferibilmente incolore.

MANUFATTI ACCESSORI



Il percorso che si snoda lungo lo sviluppo dell'acquedotto storico, talvolta sovrapposto ai suoi canali, altre volte scostandosi da essi, è costellato da molti manufatti cosiddetti "accessori" legati alla sua storia, al suo funzionamento e alla sua manutenzione nelle epoche storiche trascorse. Sono elementi fragili, essenziali dell'infrastruttura e debbono pertanto essere tutelati con attenzione. Si tratta di chiuse, fontane, filtri dell'acqua, "lumache", cippi, bronzini, botole, lavatoi, prese dell'acqua, sfiatatoi dei canali, e piccoli depositi. Le chiuse sono vere e proprie costruzioni, di ridotte dimensioni, realizzate con pareti in muratura di pietre e/o mattoni, spesso intonacate. Sono caratterizzate da uno spazio interno cui si accede attraverso un'apertura chiusa da un battente di legno o metallo, talvolta ormai assente o in precarie condizioni di conservazione. La copertura è generalmente a due falde, con struttura portante lignea e manto di lastre di pietra o laterizi vari. Le fontane hanno caratteri simili ma forme differenti e ve ne sono di diverse dimensioni. I filtri sono costruzioni generalmente costituiti da murature di pietre irregolari a vista e coperture a falde con struttura lignea. Le cosiddette "lumache" sono manufatti in muratura di pietra, con copertura a due spioventi o arcuata, posti in elevato rispetto al condotto, la cui funzione non è del tutto chiara ma, presumibilmente erano utilizzati per ispezionare l'interno del condotto stesso, ove coperto. Sono posti lungo la parete a valle del condotto

e quelli sul fronte libero presentano elementi per lo sfianto del condotto (vedi Sfiatatoi) o nicchie. Ve ne sono una ventina nei tratti iniziali dell'Acquedotto storico, dalla presa a Struppa, spesso a distanza ravvicinata tra loro. In un disegno del Settecentesco questi manufatti sono chiamati "pozzi o bocchette". Anche gli altri manufatti accessori sono in genere costituiti da elementi lapidei o in muratura di pietra e sono spesso dotati di chiusure metalliche quali grate o lastre, fisse o apribili.

Su questi manufatti accessori, in linea generale, volontari e appassionati possono compiere esclusivamente operazioni di:

- **Pulizia**, con rimozione di detriti, terra smossa, depositi, pietre sparse, fogliame e, in generale, materiale incoerente che deturpa il manufatto, ne compromette la conservazione e la visione o rende pericoloso il suo intorno per i frequentatori del percorso.
- **Rimozione della vegetazione infestante** inferiore e superiore, solo se possibile senza danneggiare i manufatti e senza estrarre a forza eventuali apparati radicali legnosi penetrati all'interno del manufatto
- **Installazione di elementi di protezione temporanea o di presidio**, volti ad evitare il peggioramento delle condizioni del manufatto e della sua stabilità e sicurezza, quali sportelli provvisori per evitare l'intrusione negli spazi interni, lastre di protezione sulle falde

di copertura.

- **Pulitura e rimozione di ossidi di ferro dagli elementi metallici.**
- **Riparazione di elementi in legno**, quali sportelli, porte o singoli elementi di completamento.

Ogni intervento deve essere eseguito nel rispetto delle indicazioni fornite dal Manuale, nelle sezioni corrispondenti.

Se le condizioni di degrado o dissesto del manufatto richiedono interventi che eccedono questi limiti e se si rilevano condizioni di rischio per la sua conservazione o per i frequentatori dei siti, è necessario informare le autorità competenti affinché autorizzino eventuali opere diverse o intervengano direttamente.



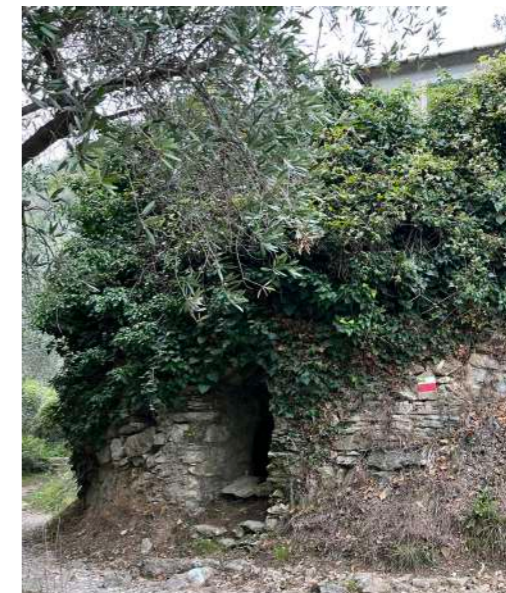
CHIUSA

61. Il manufatto, probabilmente una chiusa, è costruito sul condotto, in muratura di pietra a spacco intonacata e copertura in lastre di pietra. L'unica apertura è la porta. *EL_16*



FONTANA

62. Fontana. Nella parte superiore è presente un'apertura dove si trovava il meccanismo di pompaggio dell'acqua. *EL_38*



FILTRO

63. Il manufatto si trova su un tratto di condotto in curva, abbandonato in seguito alla costruzione della retrostante galleria Coverciario. L'apertura è alla "cappuccina". *EL_15*



LUMACA

64. Una delle due lumache collocate in prossimità del ponte sul rio Torbido. Questi manufatti servivano per ispezionare il condotto. *EL_7*



65. Il primo tratto dell'Acquedotto presenta numerose lumache, di cui alcune dotate di sfiatatoio. In questo tratto la copertura del condotto è inclinata. *EL_1*



BOTOLA

68. Botola realizzata in ferro battuto, che consente di ispezionare il condotto. *EL_P2*



LAVATOIO

69. Lavatoio posto a ridosso del muro a valle del condotto; probabilmente attingeva acqua dall'acquedotto. *EL_7*



CIPPO

66. Cippo in granito, di forma cilindrica, con la testa arrotondata; vi sono incisi il numero 3 e una scritta poco comprensibile. *EL_3*



BRONZINO

67. Piccola costruzione di muratura, probabilmente un bronzino, in appoggio al condotto, con un'apertura verso il basso. Sulla targa in marmo sono incisi il numero 5 bis e un'iscrizione del 1929. *EL_28*



PRESA

70. Elemento di presa nel rivo Torbido; la grata in ferro costituiva un primo elemento di filtro per l'acqua in entrata. *EL_P2*



SFIATATOIO

71. Sfiatatoio dotato di griglia in ferro. *EL_14*

BIBLIOGRAFIA SULL'ACQUEDOTTO STORICO DI GENOVA

Testi a stampa

AA.VV., *L'acquedotto storico di Genova: itinerario didattico*, Comune di Genova, 1997

BAFICO A., *L'acquedotto storico di Genova tra... passato e presente*, Genova, 2019

BANCHERO G., *Genova e le due riviere*, Genova, 1846 - voce Acquedotto

BIXIO R. et al., *Tre acquedotti sotterranei in provincia di Genova*, in *Opera Ipogea*, n.1, 2007, pp. 85-94

BOLOGNA E., *L'approvvigionamento idrico del Comune di Genova*, Genova, 1930

BOSSI U., *Il problema dell'approvvigionamento idrico della città. Molto si è fatto ma molto resta da fare per assicurare sempre acqua ai genovesi*, in riv. *Genova viva*, 1975

CATTANEO G., *Relazione sul riordinamento del civico acquedotto di Genova*, Genova, 1867

CIGOLINI M.C., TOMASINELLI F., *Le acque pubbliche nel comune di Genova - I Lavatoi*, ECIG, 1990

CIGOLINI M.C., TOMASINELLI F., *Le acque pubbliche nel comune di Genova - Le fontane*, ECIG, 1990

DECRI A., *L'ISCUM e l'Acquedotto Storico di Genova*, in *Nam* 79, 2010-11

DECRI A., *The Historical Aqueduct*

of Genoa: Materials, Techniques and History. A way to know, in R. CARVAIS et alia (direction), *Nuts and Bolts of Construction History. Culture, Technology and Society*, Paris, 2012, pp. 525-532 (vol. 3)

DECRI A., PASTOR C., *L'acquedotto storico di Genova: quaranta chilometri di valori da scoprire e conservare*, in Biscontin G., Driussi G. (a cura di), *La conservazione del patrimonio architettonico all'aperto. Superfici, strutture, finiture e contesti - anno 2012*, atti del XXVIII Convegno Internazionale di studi Scienza e Beni Culturali, Arcadia Ricerche, Venezia

DECRI A., PASTOR C., *Towards A PPC For An Historical Aqueduct* in "Metodi e strumenti per la prevenzione e manutenzione". Proceedings of the International Conference Preventive and Planned Conservation, Monza, Mantova, Nardini, Firenze 2014

DECRI A., ORLANDO C., *L'acquedotto storico di Genova*, Studio su un monumento lungo 40 chilometri, in riv. *Anthia*, 2017, n. 24

DORIA M., *L'acqua e la città, Storia degli acquedotti genovesi De Ferrari Galliera e Nicolay*, Franco Angeli, Milano 2008

FARA A. (a cura di), *La carta di Ignazio Porro. Cartografia per l'architettura militare nella Genova della prima metà dell'Ottocento*, Roma 1986

FERRARIS M., *L'Acquedotto Storico di*

Genova - Itinerario didattico, Laboratorio per l'Educazione Ambientale "Rinaldo Sanna", Genova 1997

GABELLIERI N., *Conflitti per le risorse ambientali e produzione cartografica: la cartografia storica settecentesca dell'acquedotto di Genova*, in Guarducci A. e Rossi M., *Storia della cartografia e cartografia storica*, 2018

GAGGERO A., *La costituzione romana nel vecchio acquedotto genovese*, Rivista Municipale del Comune, "Genova", gennaio 1932

GIUSTINIANI A., *Annali della repubblica di Genova*, a cura di Canepa U., Genova, 1935

GUASTONI C., *L'acquedotto civico: un percorso al futuro*, Milano, 2004

LAMPONI M., *Paesi e gente di Valbisagno*, E.R.G.A., Genova, 1982

MOSELE G.V., *Cenni storici sull'acquedotto civico*. Genova: Rivista Municipale, Genova, 1938

PESCE G., *Nota sull'acquedotto civico di Genova*, in "Giornale storico e letterario della Liguria", XVI (1940), pp. 33-37, biblioteca digitale, 2012

PIRAS L. et al., *L'approvvigionamento idrico di Genova*, Roma, 1951

PITTALUGA M., TEMPORELLI G., *Verifiche idrauliche sull'acquedotto storico di Genova*, in riv. *IA*, 2009

PODESTÀ F., *L'acquedotto di Genova*, Tipografia del R. Istituto Sordo-muti, Genova, 1879 (ristampa Fratelli Frilli Editori, 2018)

PODESTÀ F., *Escursioni archeologiche in Val Bisagno*, Genova, 1889

ROSSELLI L., *Passeggiate sull'acquedotto storico di Genova. Dieci itinerari storico-naturalistici da*

Schienadasino in città, Nuova Editrice Genovese, Genova, 2009

ROSSELLI L., *L'acquedotto storico di Genova: storia, architettura, mappe, fasi della costruzione: descrizione del percorso con itinerari storico-naturalistici*, Genova 2009

ROSSELLI L., *I treuggi della Val Bisagno. Guida ai lavatoi della Val Bisagno*, Nuovaata, Genova, 2013

STRINGA P., *L'antica strada dell'acqua. Sei tappe dentro fuori le mura*, Sagep, Genova, 1988

STRINGA P., *La strada dell'acqua. L'acquedotto storico genovese, tecnica ed architettura*, Sagep, Genova, 1980

TAVIANI FESTA V., *La valle del Bisagno*, Ancora Editrice, Genova, 1953

TEMPORELLI G., *L'approvvigionamento idrico nella storia di Genova*, in riv. *Energia e Ambiente*, febbraio 2007

TEMPORELLI G., CASSINELLI N., *Gli acquedotti genovesi*, Fondazione AMGA, 2007

s.a., *Regolamento pel civico acquedotto*, "Comune di Genova-Ufficio del Catasto", Genova, 1853

s.a., *Derivazione d'acqua dai torrenti Bisagno e Concasca a Marsiglia per la città di Genova e sobborghi*, "Comune di Genova", Genova, 1883

s.a., *Nozioni storico artistiche sull'acquedotto della città di Genova e relativi regolamenti*, "Comune di Genova", Genova, 1907

s.a., *L'approvvigionamento idrico di Genova. Deficienze e proposte*, Comune di Genova, Genova, 1951

Manuali di manutenzione

CLUB ALPINO ITALIANO, *Sentieri. Manuale tecnico per l'individuazione la segnaletica e la manutenzione delle reti sentieristiche*, Milano 2019

MUSSO S.F., FRANCO G., *Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali del Parco dell'Aveto*, Ente Parco dell'Aveto, Genova 1999

MUSSO S.F., FRANCO G., *Guida agli interventi di recupero dell'edilizia diffusa nel Parco nazionale delle Cinque Terre*, Marsilio, Venezia 2006

MUSSO S.F., FRANCO G., GNONE M., *Architettura rurale nel parco del Beigua. Guida alla manutenzione e al recupero*, Marsilio, Venezia 2008

SELBMANN A., PEGURRI D. (a cura di), *L'attività dei volontari sui sentieri: rischi e indicazioni operative di sicurezza*, Milano 2019

Costruzione e manutenzione di sentieri escursionistici. Manuale, Ufficio federale delle strade (USTRA) - Sentieri Svizzeri, 2017

STABILINI G., *Trattato generale teorico pratico dell'arte dell'ingegnere civile, industriale e dell'architetto. Strade comuni e ferrovie*, Vallardi, Milano s.d.

Tesi di laurea

DI MAURO MORANDI M. A., ROSSI F., *L'acquedotto genovese nel XVIII secolo*. Tesi di Laurea quinquennale in Architettura, relatori Tiziano Mannoni, Stefano Francesco Musso, Genova, aprile 2001

BRUZZONE V., PELLEGRINO C.,

L'acquedotto storico di Genova. Metodologie di analisi e indirizzi d'intervento per il recupero e la riqualificazione. Tesi di Laurea quinquennale in Architettura, relatore Paolo Stringa, Genova, luglio 2004

PELLERANO M., *Da San Siro di Struppa a Gambonia: una nuova proposta per l'acquedotto di Genova*, Tesi di Laurea Specialistica in Architettura, relatore Paolo Stringa, correlatore Fabio Palazzo, Genova, 2013

BENINATI G., BERTAMINO E., *L'acquedotto storico di Genova "Intra Moenia"*, Tesi di Laurea Magistrale in Architettura, relatore Stefano Francesco Musso, Genova, marzo 2021

