



Progetto Integrato Rii e manutenzione dei sottoservizi

di FRANCO PIANON

Il ponte ferroviario translagunare – iniziato nel 1842, ultimato e inaugurato nel 1846 – ha collegato la terraferma a Venezia ed è stato il tramite per la fornitura di acqua e gas all'isola che, fino ad allora, si serviva di pozzi e di notte si illuminava con candele e lampade a olio. Nell'impalcato del ponte hanno trovato collocazione due tubazioni continue, una per l'acqua che andrà ad alimentare l'affascinante vascone interrato in muratura di Santa Chiara, ove ora ha sede l'Aspiv, e l'altra per il gas che ha trasformato e semplificato il sistema di illuminazione della città.

È stata una svolta epocale per Venezia che finalmente ha potuto godere dei benefici del progresso con la realizzazione di una prima rete di sottoservizi, utilizzata in seguito per alimentare le fontane e i lampioni della città.

Si può affermare quindi che, a partire dal 1846, è iniziata un'opera di manipolazione del sottosuolo, che è diventata sistematica in seguito all'avvento delle altre fonti di energia e di comunicazione.

Lentamente e inesorabilmente le fondamenta, le calli, i campielli, i campi e i ponti sono stati intasati da tubazioni metalliche, da cavi, da tubi, da condutture di ogni tipo e forma, posti in opera nel modo più disordinato senza un progetto/programma preciso. Ogni ente preposto al proprio servizio ha cercato uno spazio disponibile e lo ha semplicemente occupato nel tentativo di risolvere il proprio specifico problema.

Per mantenere, poi, in efficienza questa "rete" disordinata, ogni ente, nel tempo, interveniva – come oggi interviene – indipendentemente nel sottosuolo tramite l'asporto della pavimentazione stradale in masegni di trachite, scavo, reinterro e riposa della pavimentazione stessa, per un numero illimitato di volte in relazione ai guasti, al degrado delle tubature, alle modifiche necessarie e alla specifica competenza.

Occorre osservare che, per Venezia, la gestione del sottosuolo è molto difficile rispetto ad altre città, per la presenza dell'acqua e per l'escursione delle maree, e comunque con una quota di medio mare appena al disotto del piano di calpestio. Gli innumerevoli cunicoli di scolo delle acque meteoriche e luride sono vettori anche di acqua salmastra di marea che penetra nei campi e nelle calli rendendo più difficile l'opera di manutenzione delle condutture che si intersecano con i cunicoli e spesso li interrompono con le conseguenze che tutti possiamo immaginare.

Dopo oltre trent'anni di immobilismo, il Comune di

Venezia ha iniziato ad intraprendere un complesso programma di interventi di manutenzione pubblica (il cosiddetto "progetto integrato rii") gestito da Insula. Rientrano in questi interventi integrati – oltre alle operazioni di rimozione del fango depositato sul fondo del canale e la manutenzione e il restauro dei paramenti murari e del masso fondale che insistono sui lati del canale – anche quelli congiunti nel sottosuolo finalizzati alla sistemazione delle reti dei sottoservizi, come da *Regolamento per il coordinamento degli interventi in sottosuolo*, secondo un protocollo d'intesa sottoscritto il 3 febbraio 1998 tra Insula, Aspiv, Enel, Italgas, Telecom Italia e lo stesso Comune di Venezia. Ne consegue quindi l'elaborazione e l'integrazione dei vari progetti di manutenzione e restauro con quelli dei sottoservizi in tutte quelle zone in cui si verificano interferenze, dove la presenza di casseri rende molto più agevole l'intervento in asciutto di sostituzione e riordino generalizzato e ancora dove il rialzo della pavimentazione rende più semplice e spedito l'intervento.

Anche i ponti, anelli essenziali di congiunzione dell'intricata trama delle strade cittadine, oltre al sottosuolo, come più sopra descritto, sono stati via via coinvolti dai sottoservizi e forse in questo caso i problemi sorti sono di maggiore rilevanza, in quanto coinvolgono la statica dei manufatti rendendo anche precaria, in alcuni casi, la sicurezza.

Se pensiamo che i ponti della città sono 443, il problema non è da sottovalutare.

Nati per la maggior parte quando il sottosuolo veneziano non era invaso dall'attuale "selva" di cavi e tubi, i ponti avevano l'unica funzione di collegamento pedonale fra le due opposte sponde dei canali. Con la realizzazione, verso la metà dell'Ottocento, delle prime reti del gas e dell'acqua, i progettisti dell'epoca si sono trovati ad affrontare varie problematiche, non ultima quella relativa all'attraversamento dei numerosi canali cittadini. La soluzione naturale e più immediata era quella di alloggiare le tubazioni sull'estradosso delle volte dei ponti in muratura e al di sotto della pavimentazione. A volte tale spessore era troppo esiguo e quindi insufficiente per le dimensioni dei tubi in ghisa, alle quali si dovevano sommare anche le flange di collegamento.

In un primo momento si pensò di ovviare al problema optando per la realizzazione di sottopassi tramite apposite condutture a sifone collocate nel fondo dei canali, ma, a causa delle difficoltà operative in fase di realizzazione e ai notevoli costi



Ponte del Sepolcro, sostituzione della vecchia tubatura in ghisa (sopra) con una nuova sagomata in acciaio (sotto)



Posizionamento dei sottoservizi sull'estradosso di ponte Sant'Antonin, 1999

di manutenzione dovuti alle frequenti avarie dei sifoni, tale soluzione dovette essere abbandonata. Fu questo l'inizio di numerosi e spesso massicci e irrispettosi interventi di manomissione delle strutture portanti dei ponti in muratura, che sono tutt'oggi le principali cause di dissesto delle strutture stesse. Da esperienze dirette e da monitoraggi è stato notato che spesso sull'intradosso delle volte sono presenti fessurazioni longitudinali proprio in corrispondenza delle soprastanti tubazioni. Le volte in mattoni, infatti, sono state in parte scavate per consentire l'alloggiamento dei sottoservizi e, in taluni casi, le tubazioni sono visibili addirittura all'intradosso, segno tangibile che l'arco è stato frazionato longitudinalmente. Il problema è ancor più grave nei casi dei ponti sghembi, cioè dei ponti la cui proiezione sul piano orizzontale non è rettangolare. Dal punto di vista statico il comportamento di questi ponti si differenzia da quelli ad asse retto. Infatti, considerando una distribuzione dei mattoni analoga a quella dei ponti retti, cioè con i giunti paralleli alle imposte, vi è una componente di tensione parallela ai giunti stessi che genera sforzi di taglio nella muratura. La presenza dei sottoservizi, per alloggiare i quali è stata spesso scavata una parte della volta, non fa che contribuire alla formazione di crepe trasversali nella direzione della diagonale maggiore. È facilmente intuibile come queste crepe possano essere molto più pericolose di quanto non siano quelle longitudinali nei ponti retti. Generalmente, i ponti che versano nelle peggiori condizioni sono proprio i ponti sghembi. Va sottolineato inoltre che l'andamento della curva delle pressioni dipende dal variare della geometria dell'arco. Studi eseguiti anche con modellazioni agli elementi finiti hanno dimostrato che il meccanismo di collasso, cioè la trasformazione della struttura iperstatica dell'arco in muratura in una struttura labile per l'insorgere di un numero sufficiente di cerniere plastiche, è completamente diverso per un arco ellittico e per uno a sesto acuto o ribassato. Il primo, sottoposto a carichi uniformemente distribuiti crescenti, arriverà al collasso con un meccanismo progressivo che porta all'innalzamento delle reni e ad un abbassamento della chiave: questo vuol dire che alle reni si avranno tensioni di compressione all'intradosso della volta e possibili trazioni all'estradosso con formazione di fessurazioni trasversali, mentre in chiave i valori maggiori di compressione si verificheranno sull'estradosso e le trazioni, che comporteranno la formazione di una fessura, all'intradosso. Il secondo si comporta in modo esattamente opposto e arriverà al collasso con un progressivo abbassamento delle reni e innalzamento della chiave. Quindi l'andamento delle massime tensioni di compressione e di trazione fra intradosso ed estradosso si inverte rispetto al precedente. Queste valutazioni di carattere qualitativo più che quantitativo portano alla conclusione che la

riduzione dello spessore in chiave di una volta in muratura, prodotta dal passaggio dei sottoservizi, potrebbe essere più pericolosa per ponti ellittici piuttosto che per ponti a sesto acuto o ribassati, perché si andrebbe a intervenire negativamente proprio nella zona di passaggio della curva delle pressioni.

È quindi evidente che gli interventi sulle strutture dei ponti debbano essere attentamente integrati con gli interventi di manutenzione e riordino dei sottoservizi, ponendo contemporaneamente la massima attenzione alla statica sempre nel rispetto di questi manufatti di grande valore storico e architettonico.

Il progetto di consolidamento statico che ne consegue non potrà dunque prescindere dalla “ingombrante” presenza dei sovrastanti sottoservizi, dei quali il riordino e/o integrazione dovrà parimenti essere progettato nel rispetto del possibile recupero strutturale, necessario per garantire la sicurezza e la vita dello stesso manufatto.

Negli ultimi anni, ma ci sono testimonianze anche nel passato, è aumentata la sensibilità nei confronti di questa problematica. Numerosi sono gli esempi, alcuni esteticamente riusciti altri meno, comunque apprezzabili, di ponti in cui le tubazioni sono state inserite nei parapetti per non intaccare la volta in muratura:

- il ponte degli Scalzi dell'ingegnere Eugenio Miozzi del 1934, nel quale la condotta dell'acqua, in corrispondenza della zona superiore, è stata inserita nel corrimano in pietra;
- il ponte delle Scuole alla Giudecca degli inizi del 1900, uno dei due parapetti del quale è stato vistosamente allargato per alloggiare le condutture;
- il ponte Storto dietro la Fenice restaurato nel 1996, nel quale la condotta dell'acqua è stata inserita nel parapetto.

Durante i recenti lavori relativi all'insula di San Giovanni in Bragora, nel parapetto del ponte di Santa Giustina è stata rinvenuta una condotta in disuso del gas completamente arrugginita, dello spessore pressoché uguale a quello del parapetto stesso.

È evidente che queste soluzioni non sempre sono

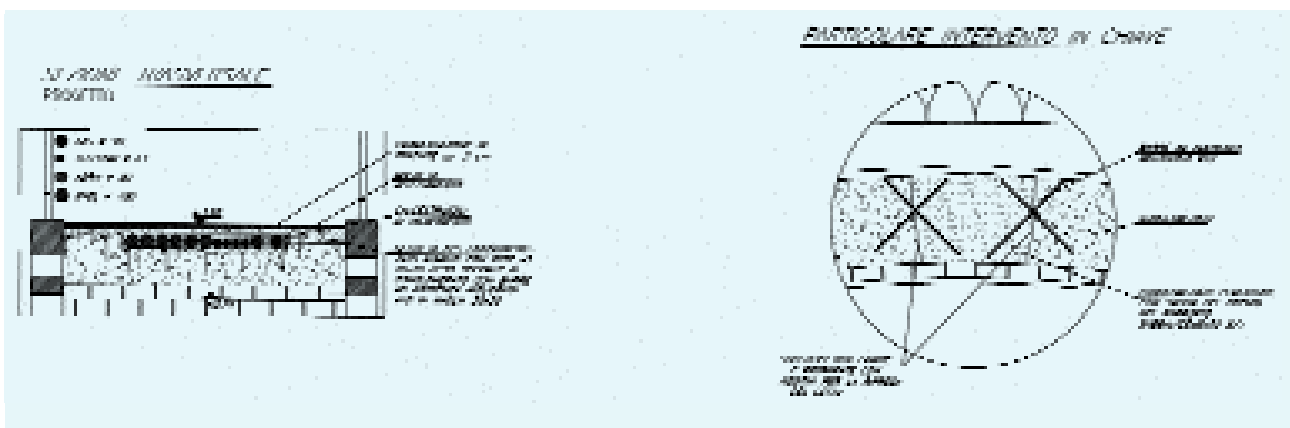
attuabili, ma possono talvolta rivelarsi delle valide proposte progettuali.

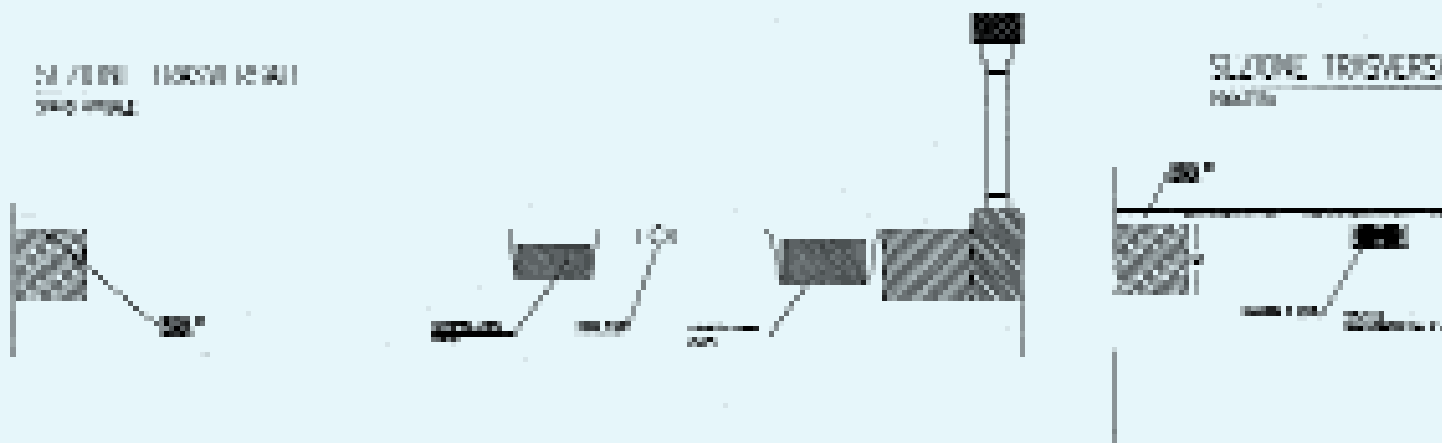
Nella maggior parte dei casi i sottoservizi continuano e continueranno ad essere posizionati sull'estradosso delle volte. È comunque necessario ridurre al minimo lo spessore verticale delle condotte, adottando sezioni rettangolari con un elevato rapporto tra larghezza e altezza, ripristinare ove possibile lo spessore della volta e distribuire gli eventuali inevitabili scassi, al fine di rendere maggiormente omogeneo il comportamento complessivo della volta muraria nei limiti dettati dalla sicurezza.

Non vi sono evidentemente solo ponti in muratura a Venezia, ma le problematiche relative alla presenza dei sottoservizi nei ponti metallici o in legno sono chiaramente inferiori. In questi manufatti le tubazioni sono facilmente collocabili fra le strutture portanti longitudinali (travi, archi metallici, ecc.), rimanendo sostanzialmente a vista all'intradosso e coperte soltanto superiormente dall'impalcato. Soluzione vantaggiosa anche nei confronti della manutenzione.

Situazioni di difficoltà analoghe a quelle dei ponti si possono trovare in corrispondenza delle fondamenta di limitata larghezza nelle quali l'opera di restauro del muro di sponda è ostacolato dalla presenza dei sottoservizi o dove questi sono stati posti a diretto contatto della struttura portante. Il restauro o il rifacimento del muro dettato da situazioni di particolare degrado o instabilità, infatti, spesso richiede lo scavo del terreno a tergo dello stesso che diventa problematico se non addirittura impossibile. In tal caso è necessario operare con interventi sostitutivi o con interventi integrati, che richiedono il coinvolgimento degli enti e/o società che dovranno collaborare con sollecitudine perché l'opera possa essere realizzata nei tempi previsti dal progetto.

Ma non sono solo gli interventi strutturali dei ponti o dei muri di sponda a creare i problemi appena richiamati. La complessa rete dei canali di smaltimento dei reflui o delle acque meteoriche – che provengono dai percorsi pubblici, ma anche dalle abitazioni private, il cui percorso spesso è ignoto – interferisce in modo pesante con la rete dei





Ponte del Sepolcro, riordino ed integrazione dei sottoservizi con l'uso di cassette in acciaio Inox e ricostruzione di sezioni portanti dell'arco

sottoservizi e spesso i canali, oltre ad essere inefficienti per l'intasamento di materiale organico, lo sono anche perché intersecati dagli stessi sottoservizi. In tal caso l'intervento deve prevedere il generale riordino delle condutture e delle fognature.

La complessità e le implicazioni aumentano quando gli scavi e le opere in corso mettono in luce condutture fatiscenti o deteriorate, che devono essere sostituite in tempi ragionevolmente limitati e comunque entro i termini previsti dal programma lavori.

Nei casi descritti e portati ad esempio abbiamo parlato di problematiche di cantiere, strutturali e di interconnessione tra i vari enti, società e imprese, ma abbiamo tralasciato un aspetto particolarmente interessante, quello dell'organizzazione del traffico con la ricerca di percorsi alternativi nelle immediate vicinanze della zona d'intervento o, in alternativa, la

realizzazione di passerelle e ponti provvisori. Tuttavia, non sempre ciò è possibile; pertanto l'opera deve essere intrapresa con la presenza concomitante del traffico pedonale, che crea problemi tecnici-organizzativi e di sicurezza facilmente immaginabili.

Le argomentazioni trattate dimostrano come gli interventi di restauro dei manufatti e quelli relativi ai sottoservizi siano interconnessi tra loro e quanto una corretta progettazione non possa prescindere dalla profonda conoscenza dei luoghi e, con questi, di tutti i manufatti presenti, sia per quanto riguarda la loro conformazione e consistenza, sia per la loro esatta collocazione nello spazio.

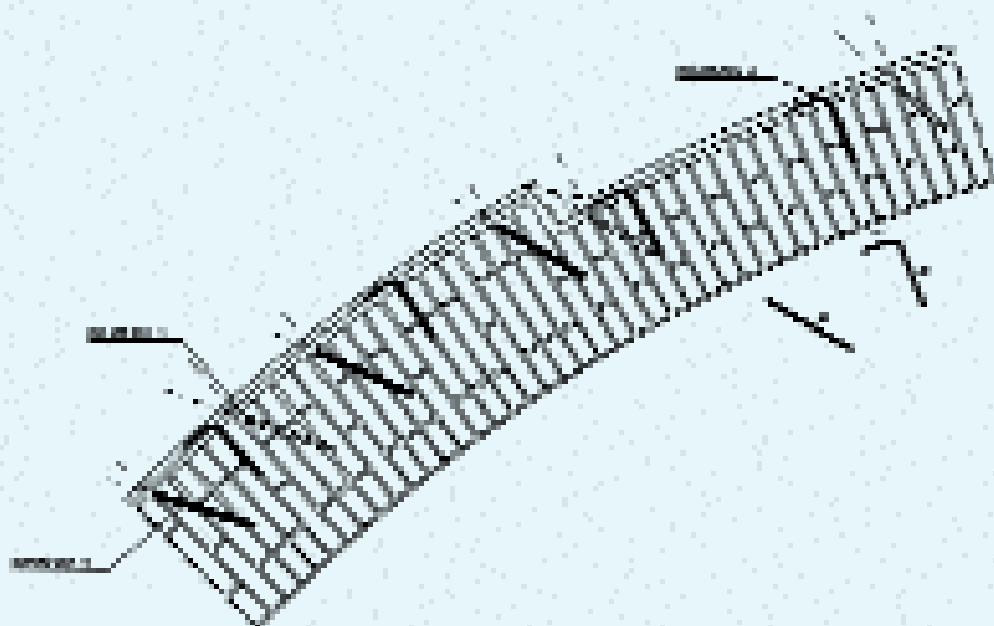
Allo stato attuale non sembra esistere un'esatta mappatura dei luoghi, né una documentazione sufficientemente attendibile dei muri di sponda sia dimensionale che dei materiali che li compongono, come non esiste un *as built* della complessa rete dei

PARTICOLARE

DESCRIZIONE DELLA VITA PRODOTTA IN GIARDINO.

Nella pagina precedente:
Ponte Drio la Pietà,
riordino ed integrazione
dei sottoservizi con
restauro della volta del
ponte

Accanto:
Ponte del Sepolcro,
integrazione della sezione
in muratura dell'arco
precedentemente
manomessa per il
passaggio dei sottoservizi

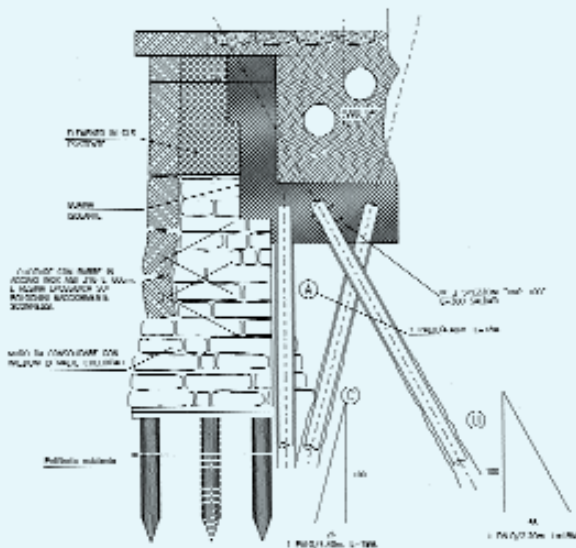




sottoservizi e degli innumerevoli cunicoli fognari esistenti.

I progetti e le opere di manutenzione già realizzate e in corso d'opera sicuramente saranno completati con le documentazioni del "come eseguito" opportunamente quotate, documentazioni che dovranno essere archiviate e inserite in un "contenitore" a servizio della città. A parere dello scrivente, questo è sicuramente un passo in avanti, ma ancora non basta. Le società e gli enti preposti, tutti coinvolti, dovrebbero produrre uno sforzo comune teso alla raccolta e all'assemblaggio di tutti i dati già esistenti, da far convergere in un unico documento, anche se imperfetto, utile all'approccio di una progettazione esecutiva attendibile, condizione fondamentale per una realizzazione rispettosa della realtà, dei preventivi e dei tempi anche ai sensi della legge 109/94.

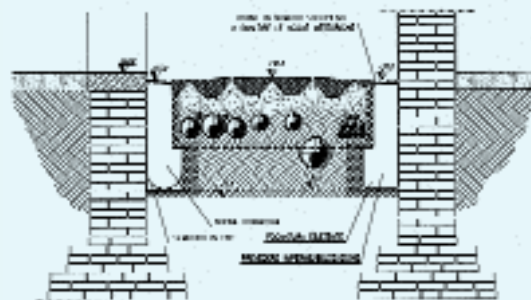
SEZIONE TRASVERSALE



Fondamenta Santa Giustina, soluzione adottata per garantire la stabilità del muro di sponda seicentesco con la presenza dei sottoservizi

SEZIONE TRASVERSALE

PRODOTTO (IN PROCEDURA DI PROGETTO DI AUTOCOMUNE)



- 100 1000 400 10000
- 10 100 100 100 10000
- 10 100 100 100 100 10000
- 10 100 100 100 100 10000
- 10 100 100 100 100 10000
- 10 100 100 100 100 10000

INTERVENTO 1

- Nota (A) Intervento di restauro e consolidamento del muro di fondazione.
- Nota (B) Intervento di consolidamento del muro di fondazione con iniezioni di malta.
- Nota (C) Intervento di consolidamento del muro di fondazione con iniezioni di malta e drenaggio.

INTERVENTO 2

- Nota (A) Intervento di consolidamento del muro di fondazione con iniezioni di malta.
- Nota (B) Intervento di consolidamento del muro di fondazione con iniezioni di malta e drenaggio.

INTERVENTO 3

- Nota (A) Intervento di consolidamento del muro di fondazione con iniezioni di malta.
- Nota (B) Intervento di consolidamento del muro di fondazione con iniezioni di malta e drenaggio.
- Nota (C) Intervento di consolidamento del muro di fondazione con iniezioni di malta e drenaggio.

Calle Zorzi, risistemazione dei condotti fognari e delle condutture dei sottoservizi