

L'intervento integrato dell'insula del Ghetto: dati tecnici

di DIEGO SEMENZATO* e ROMEO SCARPA**

AREA DELL'INTERVENTO

L'Insula del Ghetto si configura planimetricamente come un trapezio, la cui irregolarità è formalmente determinata dalla struttura organica della *forma urbis* della città, disegnata, nelle parti emergenti, in direzione dei tracciati viari acquei.

I confini operativi sono quelli definiti nel Piano Programma. In sede di progetto essi sono stati estesi al rio della Misericordia per motivi di funzionalità idraulica del canale.

L'area è costituita dalle due isole del Ghetto Novo e delle Chiovere. La prima è delimitata dai rii del Ghetto, del Batelo, di S. Girolamo, della Misericordia e da un piccolo tratto del rio de le Torete, ed è unita alle insulae limitrofe da tre ponti: del Ghetto Nuovo, del Ghetto Nuovissimo, del Ghetto Vecchio. Essa è definita da case alte fino a otto piani, disposte perimetralmente e in modo continuo e compatto lungo il rio del Ghetto che la circonda definendo all'interno un ampio spazio pressochè chiuso e dimensionalmente omogeneo, il Campo del Ghetto Nuovo, aperto solo in corrispondenza dei due accessi da nord e da sud-ovest, e attraverso il sottoportico del Ghetto Nuovissimo verso la Strada Nuova.

L'isola delle Chiovere, delimitata dai rii del Batelo, di S. Girolamo e di Cà Moro è stata per la maggior parte riedificata dall'Istituto Case Popolari negli anni '60. È unita alle insulae limitrofe dai tre ponti in legno del Batelo, della Crose e Novo.

La conformazione urbana degli spazi che sono oltre i rii, ha una ben diversa caratterizzazione, con eccezione del lato del Ghetto Vecchio, che si presenta in analogia con quella perimetrale dell'isola del Ghetto Nuovo, soprattutto per quanto riguarda il linguaggio edilizio e il rapporto fra la forometria delle singole unità



TAB. 1 - INTERVENTI DI SCAVO

Denominazione	Lunghezza (m.)	Scavo in presenza d'acqua (mc.)	Scavo all'asciutto entro casseri (mc.)	Quantità di fango (mc.)	Scavi precedenti (anno)
Rio del Ghetto Novo	196	0	1.593	1.593	1954
Rio de Cà Moro	81	683	0	683	1939
Rio del Batello	525	1.030	3.744	4.774	1964
Rio di S.Girolamo	389	248	3.459	3.707	1939
Rio de la Misericordia	697	0	5.654	5.654	1955
Rio de le Torete	87	99	434	533	1954
TOTALE	1.975	2.060	14.884	16.944	

TAB. 2 - INTERVENTI SULLE FONDAMENTE

Denominazione	(mq.)
Fondamenta degli Ormesini	275
Fondamenta de le Capuzine	180
Fondamenta Coletti	230
Fondamenta S.Girolamo	375
Fondamenta del Batelo (nord)	70
Totale	5.013

edilizie e dei loro prospetti.

Il lato lungo il rio del Batelo ha una propria peculiarità dovuta alla presenza di mura continue in mattoni di laterizio che, seguendo il confine d'ampi spazi aperti, lasciano intravedere alcuni edifici eseguiti prevalentemente nel secolo scorso e agli inizi di quello presente, forse appartenenti ad un'attività industriale di cereria. Il lato del rio di S. Girolamo, corrispondente alla fondamenta degli Ormesini, presenta invece caratteri propri dell'edilizia veneziana minore.

L'area è densamente abitata ed è sede di numerose attività artigianali e commerciali.

Complessivamente lo scavo ha interessato i sei rii con l'asporto di circa 17.000 mc di sedimenti (Tab. 1), le superfici rialzate corrispondono a circa 5.000 mq (Tab. 2), mentre le rive e le spon-

de risanate o ricostruite sono state di circa 4.000 m (Tab. 3). Una parte porticata in corrispondenza del sottoportego del Lustraferi è stata oggetto di un intervento di restauro che ha interessato anche il ponte de l'Aseo e il ponte del Lustraferi.

Nell'ambito degli interventi sui ponti, sono stati ricostruiti in legno lamellare il ponte Novo sul rio de Cà Moro e il ponte in legno "a cavalletta" del Ghetto Nuovissimo ed è stato restaurato e consolidato il ponte in mattoni di S. Girolamo sul rio omonimo, mentre i ponti de le Torete, degli Ormesini, dell'Aseo, del Lustraferi, di S. Marziale (Tab. 4) sono stati oggetto di interventi di straordinaria manutenzione con il restauro dei parapetti e del piano di calpestio, dopo il rinnovo e il riassetto delle reti tecnologiche.

TAB. 3 - INTERVENTI SULLE SPONDE

Denominazione	Sponde pubbliche risanate (ml)	Sponde private risanate (ml)
Rio del Ghetto Novo	80	312
Rio de Ca' Moro	177	0
Rio del Batelo	462	597
Rio di S. Girolamo	755	20
Rio de la Misericordia	777	594
Rio de le Torete	70	105
Totale	2.321	1.628

TAB. 4 - INTERVENTI SUI PONTI

Denominazione	Tipo di intervento
Novo	Rifacimento
del Ghetto Nuovissimo	Rifacimento
di S.Girolamo	Consolidamento e restauro
de le Torete	Manutenzione straordinaria
degli Ormesini	Manutenzione straordinaria
dell'Aseo	Manutenzione straordinaria
dei Lustraferi	Manutenzione straordinaria
di S.Marziale	Manutenzione straordinaria



NATURA DELL'INTERVENTO

Il problema dell'interrimento dei canali riguarda da sempre oltre la navigabilità degli stessi, anche la salubrità della città. Il processo d'urbanizzazione, nel comportare l'osservanza di regole nell'arte di costruire, determinava le modalità di edificare lungo i rii.

Le proiezioni dirette degli edifici su di essi, implicavano la soluzione degli scarichi fognari o direttamente in acqua o attraverso una rete di smaltimento dei reflui, che per tortuosi passaggi nel sottosuolo pubblico e privato si immettevano nel canale più vicino.

Il canale veniva ad acquisire una funzione in più oltre a quella della via d'acqua: era considerato anche come impianto fognario diffuso, autodepurante per il duplice ricambio quotidiano di acqua di mare. Tale funzione aumenta le cause di degrado dei canali e delle strutture edilizie che li delimitano. Nel tempo, ai sedimenti trasportati dall'acqua della laguna si aggiungevano quelli conseguenti ad un insalubre uso delle acque dei canali. Ancor oggi, si devono considerare le conseguenze della degenerazione lenta e progressiva di quelle parti dell'edificato che sono direttamente coinvolte dalla presenza dell'acqua salmastra; fattore dovuto sia al degrado che quest'ultima arreca ai materiali costruttivi in opera, sia all'azione più violenta del fluire e rifluire dell'acqua nei collettori fognari o ancora all'urto dell'onda contro i paramenti murari provocato dal passaggio dei natanti a motore. Il problema attuale dello scavo dei rii assume un duplice significato, come d'altronde è ben noto: da un lato la fondamentale importanza ed urgenza di assicurare la viabilità ordinaria ai natanti soprattutto di soccorso, dall'altro il restauro dei paramenti murari degli edifici che si affacciano lungo i canali, dei portici e delle sponde dette "fondamente", con il controllo e



l'eventuale intervento sulle strutture sottomurali e di fondazione. A quest'ultima opportunità si aggiunge quella non meno importante di riportare la quota degli sbocchi degli scarichi nei rii a quanto previsto dal vigente Regolamento d'Igiene, ossia interamente a $-1,20$ m sotto la comune alta marea.

Lo scavo dei canali è stato eseguito utilizzando attrezzature di scavo che operano in presenza di un ridotto battente d'acqua all'interno di casseri che permettevano di regolare e di mettere all'asciutto i rii per tratti. Ciò, mediante la realizzazione di casseri trasversali al canale e di mantelli, per assicurarne la tenuta idraulica, costruiti con palancole di tipo "Larssen" infisse con vibratorii ad alta frequenza. La parte centrale dei canali, mantenendosi ad una distanza minima di 1,5 m dalle rive, è stata scavata in presenza d'acqua. Lo scavo con battente d'acqua controllato ha indubbiamente il van-

taggio di permettere la verifica dello stato di conservazione dei paramenti prima coperti dal fango e ciò ha permesso di adeguare il progetto, una volta valutate le condizioni delle fondazioni dei muri stessi, con gli interventi di ripristino più idonei anche per le parti di muro in precedenza ricoperte dal fango.

Nell'operazione di scavo dei canali si è proceduto alla loro messa in asciutto per 8 tratti funzionali.

Durante l'esecuzione degli interventi sulle sponde pubbliche è stato possibile procedere alla sistemazione degli elementi di sponda di proprietà privata senza indurre ritardi all'avanzamento del cantiere se non in un paio di casi che, a rio asciutto, si sono manifestati più delicati: quelli che hanno interessato l'isolato di edifici tra rio de Noale, corte del Trampolin e il condominio *Silva* (v. oltre).

Gli interventi effettuati su paramenti e fondazioni hanno avuto le caratteristiche proprie della conservazione del carattere ambientale

definito dai materiali in opera, e in particolar modo della conservazione della concezione statico-strutturale e tecnologica dell'esistente. Pertanto, i materiali che in prevalenza sono stati impiegati nel corso degli interventi, sono quelli della tradizione costruttiva della città: la pietra naturale calcarea e in particolare la pietra d'Istria e i mattoni di laterizio con caratteristiche chimico-fisiche e fisico-meccaniche simili alle strutture esistenti, al fine di evitare comportamenti differenti tra le parti della medesima struttura. Anche gli interventi previsti sui manufatti sono consistiti prevalentemente in opere di straordinaria manutenzione, nella cui esecuzione sono stati seguiti simili criteri di conservazione delle caratteristiche originarie.

Dal rilievo del piano altimetrico, risultava inoltre che una parte della pavimentazione pubblica sulle *fondamente* delle Capussine, degli Ormesini e della Misericordia, giaceva ad una quota compresa fra +0,84 e +0,98 m sul livello del medio mare riferito al mareografo di Punta della Salute; pertanto il progetto si prefiggeva il sopralzo della pavimentazione di tali tratti al fine di assicurare la quota di salvaguardia dalle maree medio alte fissata dal Magistrato alle Acque in +1,00 m su Punta



della Salute.

Successivamente, nel corso dei lavori, a fronte del dibattito apertosi in città a seguito dell'intensificarsi dei fenomeni mareali a quote medie negli ultimi anni e degli scenari relativi all'innalzamento del livello dei mari conseguenti all'eustatismo, tale livello di salvaguardia è stato rivisto ipotizzando il massimo recupero di quota entro la fascia compresa tra + 1,00 m e + 1,20 m, fascia entro la quale si manifesta la quasi totalità dei fenomeni di marea medio-alta.

INDAGINI PRELIMINARI

Ancor prima di dare corso al progetto, al fine di acquisire tutti gli elementi necessari per determinare le modalità di scavo in condizioni di sicurezza, le metodiche di risanamento delle rive pubbliche ed eliminare le possibilità di danno agli edifici, sono state eseguite le seguenti attività:

a) **Indagini vive in condizioni di bassa marea** dello stato di fatto delle *fondamente*, delle sponde, dei fronti dei fabbricati prospicienti i rii, dei ponti che attraversano i tratti dei rii oggetto di intervento di manutenzione.

Nella fase d'ispezione non è stato possibile il rilevamento del paramento sottostante al livello sommerso dalla marea.

Il rilievo fotografico e le tavole che riproducono lo stato di fatto, hanno evidenziato i difetti della fronte o della sponda segnalando la presenza o meno di elementi che determinano l'imperfezione fisica oggettiva del costruito; questi ultimi sono suddivisi in due categorie

dissesto: imperfezione fisica che compromette o può compromettere la staticità dell'edificio (lesioni, fessure, rotazioni, cedimenti, fuori piombo, deformazioni in genere);

degrado: deterioramento fisico dei materiali e delle strutture per cause naturali e/o ambientali provocato da agenti naturali e dall'azione dell'uomo (moto ondoso, carenza di manutenzione, ecc.).

b) **Rilievo dello stato di fatto dei fondali**, attraverso il rilievo batimetrico dei rii interessati dagli interventi, riportando le sezioni batimetriche dello stato di fatto dei sei rii oggetto dell'intervento.

c) **Indagini geognostiche e prove geotecniche**, per conoscere le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dall'intervento di risanamento e rifacimento delle fondamenta.

d) **Prelievo, analisi e classificazione dei fanghi** per stabilire i siti dove trasportarli secondo le prescrizioni del protocollo d'intesa con il Ministero dell'Ambiente dell'aprile del 1993.

e) **Rilievo planoaltimetrico** del piano di calpestio, delle soglie degli ingressi ai piani terra prospicienti i rii di cui sopra, al fine di verificare la necessità di rialzare i selciati.

MODALITÀ DELL'INTERVENTO IN AREA PUBBLICA

Operazioni di scavo (in presenza d'acqua e all'asciutto)

Nel tempo, le modalità di intervento e l'utilizzo dei mezzi di scavo non hanno mai avuto un approccio univoco. I minori costi ottenibili con uno scavo in presenza d'acqua hanno come contropartita l'impossibilità del controllo e dell'eventuale risanamento dei paramenti murari, delle fondazioni e dell'ottenimento di una sezione di scavo secondo le sezioni di progetto.

Lo scavo all'asciutto assicura invece la possibilità di un preciso controllo delle strutture murarie prospicienti il canale, la possibilità di un loro risanamento e la verifica della compatibilità delle sezioni di scavo con quelle di progetto e con le quote di imposta delle fondazioni della riva e dei fabbricati.

Tale modalità di scavo conduce però a costi maggiori e al rischio di modificare lo stato delle pressioni sui muri di sponda con fondazione diretta.

La possibile presenza di strati limosi-sabbiosi

immediatamente al di sotto del piano fondale delle sponde e dei fabbricati, aveva indotto a prescrivere la massima attenzione nell'esecuzione degli interventi di scavo all'asciutto previsti dal progetto, al fine di evitare eccessivi assestamenti e sifonamenti a seguito del prolungarsi della messa all'asciutto dei rii. La verifica statica e di stabilità ha confermato che gli antichi paramenti spondali non soddisfacevano alle prescrizioni della vigente normativa. Pertanto era stata prescritta l'esecuzione di casseri sul fronte della fondamenta da risanare per tratti della lunghezza di m 100 circa con il fine di ridurre al minimo i tempi di intervento all'asciutto dei singoli tratti. Lo scavo all'asciutto con idonei mezzi viene effettuato entro cassero; lo stesso viene poi utilizzato, mantenendolo all'asciutto, per l'esecuzione degli interventi di risanamento e rinforzo statico delle sponde.

Lo scavo in presenza d'acqua è stato effettuato nella sola fascia centrale dei canali, ad una distanza non inferiore a 1,50 m dai paramenti murari e ad una profondità della cunetta tale che, dopo l'assestamento del terreno, raggiunge la quota -1,80 m sopra il livello mareografi-



Operazioni di rialzo della pavimentazione in Fondamenta degli Ormesini

co di Punta della Salute. La pendenza delle scarpate, una volta completato lo scavo in presenza d'acqua, è stata raggiunta dopo il naturale assestamento del fango.

La realizzazione dello scavo si è svolta secondo le fasi di seguito descritte:

- scavo in presenza d'acqua del sedimento secondo le sezioni di progetto (economicamente più vantaggioso rispetto allo scavo in asciutto);
- chiusura trasversale dei tratti di canale mediante l'infissione di palancole di tipo "Larsen" ad idonea profondità e comunque tale da garantire contro i pericoli di sifonamento;
- opere provvisorie di sostegno sia dei fabbricati, che dei ponti e dei muri di sponda;
- messa all'asciutto del cassero, parziale scavo del fango a ridosso delle sponde per la verifica della compatibilità delle sezioni di progetto con la quota di imposta delle fondazioni;
- verifica dello stato di consistenza dei paramenti murari e delle fondazioni;
- completamento dello scavo con battente d'acqua controllato fino al raggiungimento della sezione di progetto definita;
- completamento del restauro o della ricostruzione dei paramenti murari e delle fondazioni.

A seguito delle verifiche eseguite e del limitato ricoprimento del piano di posa delle fondazioni, onde evitare eventuali scalzamenti, è stato previsto il mantenimento di una quota di fine scavo sotto riva di -1,40 m s.l.m.m. di Punta della Salute, assicurando comunque la protezione della base di appoggio della fondazione. La lunghezza dei tratti da mettere all'asciutto è stata tale da consentire lo scavo in un tempo ragionevolmente breve, al fine di ridurre i fenomeni conseguenti alla variazione dello stato tensionale del terreno di fondazione.

Caratterizzazione e smaltimento dei fanghi

Al fine di definire le caratteristiche dei sedimenti presenti nei rii oggetto di scavo erano state svolte delle analisi su campioni di fango prelevati nel fondo dei rii, a cura del CNR - Istituto per lo studio della dinamica delle grandi masse, dell'ULSS 36 PMP e dell'Università degli Studi di Venezia, Dipartimento di Scienze Ambientali.

Esse sono state eseguite secondo il protocollo di intesa "Criteri di sicurezza ambientale per gli interventi di escavazione, trasporto e reimpianto dei fanghi estratti dai canali di Venezia"

(previsto dall'art. 4 comma 6, L. 360/91) sottoscritto l'aprile 1994 tra tutti gli Enti competenti in materia, che ha definito i criteri di classificazione, analisi e confinamento ed individuato i possibili siti per la messa a dimora dei fanghi. I campioni relativi all'area oggetto dell'intervento prelevati nei vari siti sono risultati classificabili di tipo C, destinando quindi i fanghi scavati nei relativi tratti (sezioni) all'isola delle Tresse o comunque in un sito all'interno della conterminazione lagunare secondo quanto previsto dal protocollo d'intesa suddetto. I fanghi del Rio di S.Girolamo, compresi tra la sezione n°18 e la sezione n°33, sono risultati di tipo D e come tali trattati in un impianto di disidratazione ed inertizzazione (impianto ALLES di Marghera) e quindi smaltiti in discarica al di fuori della conterminazione lagunare.



Manutenzione, restauro o ricostruzione dei muri di sponda

Il consolidamento delle strutture murarie in mattoni di laterizio, in elementi lapidei, o in elementi lapidei e mattoni di laterizio è stato eseguito mediante iniezioni di miscela cementante, in quantità sufficiente per riempire gli eventuali spazi vuoti, fratture e fessure presenti all'interno della struttura, o per sostituire parti di malta di allettamento mancanti nella struttura stessa.

Per i materiali impiegati nell'iniezione sono stati accertati quei parametri la cui composizione sia tale da non dar luogo a reazioni chimiche indesiderate a contatto con il materiale che devono impregnare; in particolare sono state eseguite delle prove presso il laboratorio di Scienza delle Costruzioni dello IUAV di Venezia relative a: massa volumetrica (UNI 8995); acqua di essudazione (UNI 8998); stabilità volumetrica (UNI 8996); resistenza a compressione e flessione (EN 197); modulo elastico statico a compressione. Tali prove sono state

eseguite anche per le miscele contenenti sabbia. Nei casi in cui la struttura muraria risultava sensibilmente decoesioneata, soprattutto tra materiali diversi, il consolidamento è avvenuto mediante la formazione di cuciture armate, costituite da spezzoni di barre di acciaio ad aderenza migliorata con diametro B 12 mm, collocate in fori preventivamente eseguiti, di diametro maggiore e sufficiente per iniettare una miscela a base di calce avente proprietà tixotropiche. Le cuciture sono state eseguite con direzioni ed angolature diverse e mediamente un numero di quattro al metro quadrato.

Le stilature sono state eseguite con malta idraulica mediante rabboccatura e lievo della malta in esubero e successiva spazzolatura, tale da ottenere la sola copertura delle connessioni.

Dall'analisi dello stato di fatto e dalle verifiche statiche eseguite sono state individuate le seguenti tipologie di intervento:

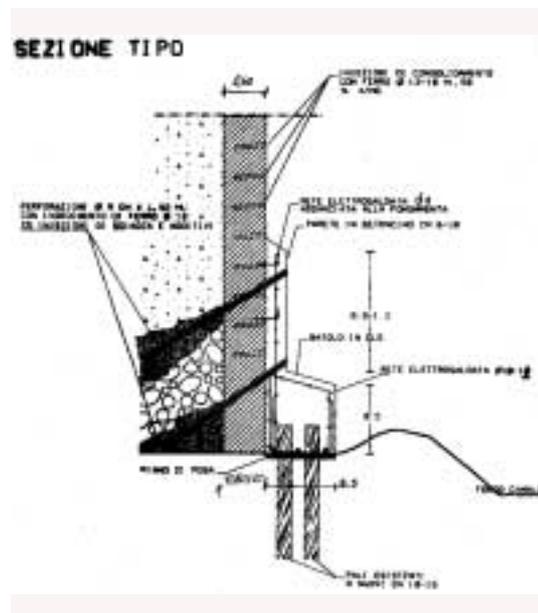
a) *Fondamente*: alcune hanno evidenziato un avanzato degrado mentre non sono stati rilevati evidenti fenomeni di dissesto.

L'intervento di manutenzione è stato eseguito seguendo le fasi suddette:

- accurato lievo della copertina in pietra d'Istria nei tratti che lo richiedevano;
- pulizia del paramento in muratura o in pietra naturale eventualmente mediante l'impiego di idrosabbiatriche operante a pressione di 2-3 atm;
- stuccatura delle connessioni e delle fessurazioni tra i mattoni dopo scarnitura ed eventuale, se necessaria, pulizia delle stesse;
- interventi di "scuci-cuci" o di rifacimento di interi tratti di nuova muratura in mattoni pieni del tipo a mano non sabbati, mediante l'utilizzo di idonee malte. Accanto alle tecniche più tradizionali di riparazione e rinforzo quali la stilatura, sono state adottate metodologie complementari con l'impiego di tecniche più recenti quali l'iniezione di malte tese ad omogeneizzare gli elementi murari legando maggiormente i mattoni e i "bolognini" per mezzo di legami chimici aggiuntivi creati dal materiale iniettato;
- sostituzione di elementi mancanti in pietra naturale delle copertine con lavorazione superficiale uguale all'esistente;
- successivamente al risanamento del para-

mento, ripristino dell'equilivello dell'acqua, lievo d'opera delle palancole e loro successiva infissione per conterminare un nuovo tratto di sponda adiacente a quello risanato.

Quando la fondazione esistente ha presentato segni evidenti di carenze strutturali sia per mancanza di pali di sottofondazione che per avanzato degrado, è stata prevista una soluzione simile alla precedente con l'aggiunta di una palificata sul lato interno con l'esecuzione di unghie in calcestruzzo armato posate su palificata lignea a quinconce nei casi in cui, dopo lo scavo del fango, le fondazioni evidenziavano piani di imposta superiore alla quota di scavo o superfici inferiori eccessivamente degradate.



b) *Rive*: sono stati realizzati interventi di straordinaria manutenzione con la sostituzione di parti o interi gradini in pietra naturale o con l'inserimento di barre di rinforzo o il loro completo rifacimento con il riutilizzo dei materiali recuperabili. Nel tratto di fondamenta S.Girolamo sono state ripristinate quattro rive, in precedenza chiuse, recuperando lo storico prospetto del paramento lapideo.



Rifiniture sulla pavimentazione

Restauro statico dei ponti

Il Ponte di S.Girolamo è stato interessato da interventi di restauro statico mentre il Ponte Novo e il Ponte del Ghetto Novissimo sono stati ricostruiti in legno lamellare.

Il Ponte di S.Girolamo, che ha una struttura in mattoni e pietra naturale, evidenziava uno stato di degrado generale, con dissesti localizzati sulle spalle di muratura e accentuati avvallamenti sul piano di camminamento. Erano presenti, inoltre, lesioni nell'intradosso dell'arco. Tale situazione ha richiesto un intervento radicale di restauro statico che si è articolato nelle seguenti fasi:

- costruzione di una centina per il sostegno dell'arco;
- accurata rimozione e numerazione degli elementi lapidei in pietra naturale;
- accurata rimozione dei parapetti e del piano di calpestio, delle cordonate in pietra naturale e delle lastre in trachite;
- rimozione del sottofondo;
- spazzolatura, scarnitura delle connessioni del paramento in mattoni dell'area;
- rinforzo dell'estradosso dell'arco e riempimento con calcestruzzo alleggerito dopo aver riposizionato i sottoservizi;
- stilature e stuccature dei paramenti in mattoni e ricostruzione dei parapetti mediante l'impiego dei materiali originari ed eventual-

mente integrati con altri di nuova fornitura; - completamento con la posa del piano di calpestio in lastre di trachite dello spessore di 3 cm e delle cordonate in pietra naturale bianca. Riguardo al Ponte Novo, è stato demolito l'impalcato esistente e realizzata la nuova fondazione con una trave di fondazione armata su sei micropali del diametro di 168 mm e della lunghezza di 12 m, sulle quali sono state poste in opera le due travi ad arco incernierato e quindi il nuovo impalcato, mentre il Ponte del Ghetto Novissimo, per non modificare lo stato delle spinte del sottoportico è stato ricostruito a cavalletta in legno lamellare uguale all'esistente.

Interventi per la protezione locale dalle maree medio-alte

Dal rilievo planialtimetrico, la pavimentazione pubblica delle *fondamenta* delle Cappuccine, degli Ormesini e della Misericordia, risultava per buona parte compresa tra quota +0,84 e +0,98 m sullo zero mareografico di Punta della Salute. In origine, il progetto si prefiggeva il rialzo di tali tratti fino a una quota, fissata dal Magistrato alle Acque, di +1,00 m. Obiettivo, questo, da raggiungere durante gli interventi di manutenzione del sistema urbano, perché in linea con la strategia complessiva degli interventi generali sulla laguna, tesi a garantire una



maggior difesa dalle maree medio-alte.

Nel corso dei lavori, anche in seguito all'intensificarsi di fenomeni mareali medio-alti (quattro eventi superiori al metro nel 1994, cinque nel '95, ventuno nel '96, quindici nel '97), in città si era acceso un dibattito sulle possibili soluzioni quantomeno in grado di attenuare il disagio arrecato alla vita cittadina. Poiché il progetto già prevedeva la manomissione di quasi la totalità della fondamenta, per intervenire sulle soglie di 15 edifici a quote inferiori a +1 m e per il riordino dei sottoservizi, si è allora deciso di ottimizzare l'intervento impostando la quota di difesa 10 cm più in alto di quella stabilita.

La quota di protezione decisa per eliminare le parti allagabili ha comportato l'adozione nel progetto di tipologie di intervento mirate al riposizionamento dei piani di calpestio, al riordino dei selciati e dell'arredo, con il rialzo di alcuni centimetri della pavimentazione e la collocazione di un gradino di pietra naturale lungo le rive. Dal punto di vista operativo si trattava di attività rientranti nella manutenzione urbana, che tuttavia interferivano con gli altri interventi previsti dal progetto e cioè il restauro delle sponde, lo scavo e la messa in asciutto dei rii per le parti riguardanti le *fondamente*.

L'intervento è stato anticipatamente presentato al Consiglio di Quartiere in due assemblee pubbliche di illustrazione delle opere previste e di sensibilizzazione dei privati interessati agli eventuali adeguamenti interni. Il progetto complessivo e le tipologie adottate nelle diverse situazioni dei casi previsti in ragione dell'edificio sono stati sottoposti alle valutazioni degli organi di controllo quali la Soprintendenza ai Beni Ambientali ed Architettonici e la Commissione di Salvaguardia.

Il risultato atteso da questo intervento di protezione locale tramite il rialzo della pavimentazione pubblica è l'abbattimento di oltre l'80% degli eventi di esondazione in più tratti di fondamenta, in quanto la loro larghezza ha consentito di ottenere, con l'innalzamento della quota del bordo di sponda e l'impostazione di una pendenza media tra l'1 e l'1,5%, di raggiungere il livello di circa +1,15 m in aderenza alle abitazioni. È questa una quota coe-

rente con quella presente - o potenzialmente raggiungibile - lungo i percorsi principali che, da nord a sud e da est a ovest, intersecano le *fondamente* innalzate le quali assicurano i principali collegamenti tra i punti di interscambio (pontili, Actv) e i principali servizi dell'area anche in presenza di maree medio alte.

L'intervento è consistito nella completa rimozione o sostituzione (quando necessaria) dei masegni della pavimentazione e del loro posizionamento alla quota di progetto, con l'intento di mantenere il più possibile la configurazione originaria del piano di calpestio. Il miglioramento della finitura a giunto unito (anziché quella esistente a giunto fugato), unitamente al 10% di scarto per naturale degrado, ha reso insufficiente il numero dei masegni riutilizzabili e quindi si è reso necessario integrarli con masegni nuovi, preferendo concentrarli in aree autonome per ottimizzare la resa e la lavorazione.

L'innalzamento della parte spondale è avvenuto mediante inserti dello stesso materiale costitutivo del muro (laterizio o pietra), collocati al disotto della copertina di coronamento, sino al raggiungimento della quota prevista dal progetto, così da ottenere una localizzazione sempre riconoscibile senza modificare l'originaria immagine del paramento.

La soluzione porta il livello di difesa ad essere in grado di ovviare ad una situazione di marea, schematizzata nella Fig. 1 per la parte pubblica; relativamente all'interno degli edifici, la Fig. 2 mostra due differenti soluzioni (rialzo del pavimento interno o realizzazione di vasca interna a tenuta). Come si ricava dalla lettura della tabella che riporta la frequenza degli eventi in funzione di diverse quote di livello della pavimentazione e dal grafico con gli andamenti percentuali di tale frequenza, gli eventi che i tratti di fondamenta subivano prima dell'intervento di rialzo, variava mediamente intorno a 19 eventi per anno. Dopo l'intervento tale frequenza, partendo dai dati storici dell'ultimo trentennio, risulterebbe ridotta a 3,4 volte l'anno, elevando infatti dal 56% all'82% la difesa dalle acque alte.

SITUAZIONE PRIMA DELL'INTERVENTO

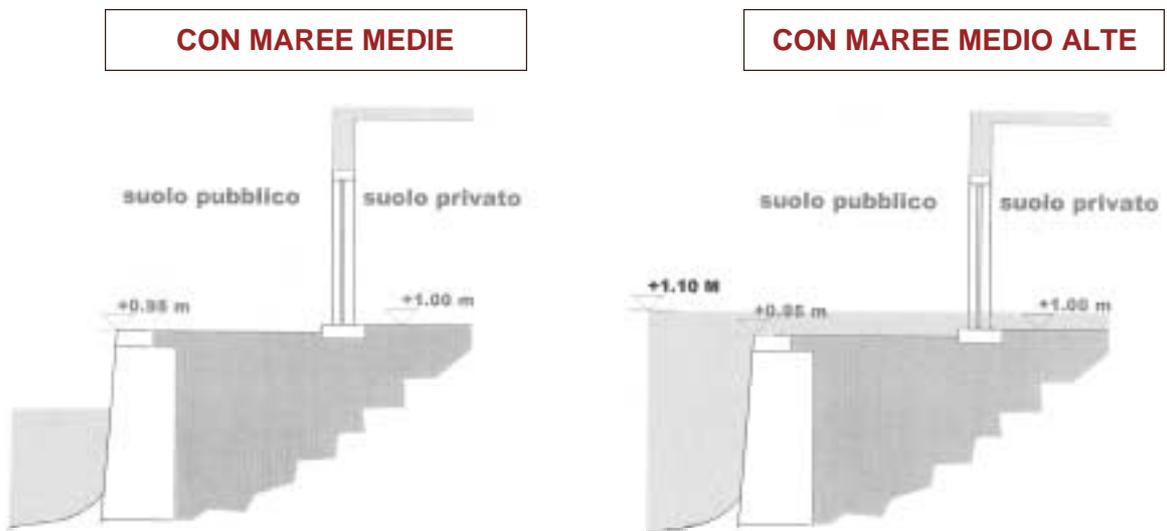


FIG. 1

La marea sormonta le quote attuali (dati 1997) 15 volte all'anno

SITUAZIONE DOPO L'INTERVENTO

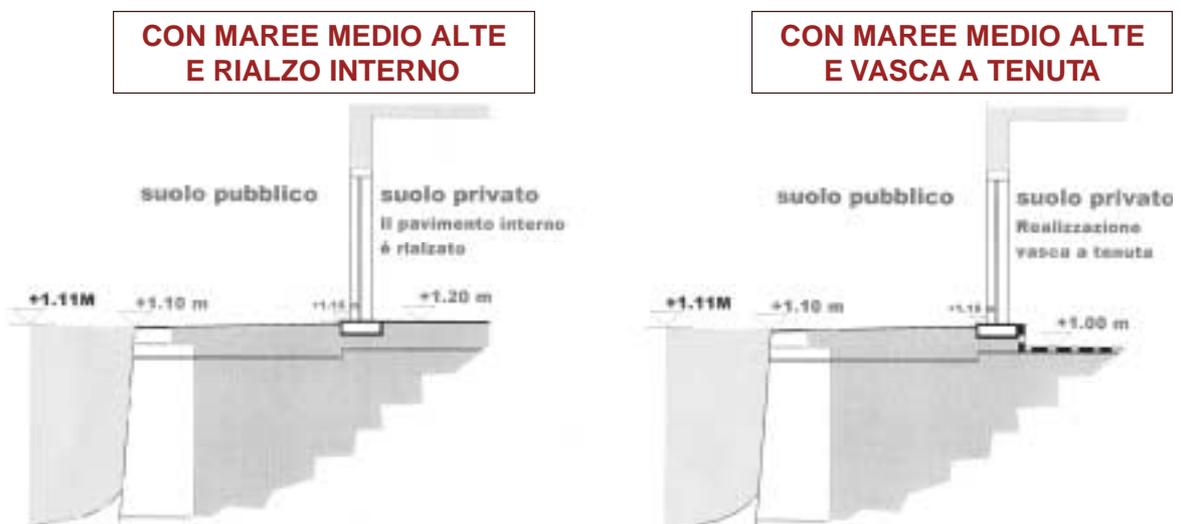


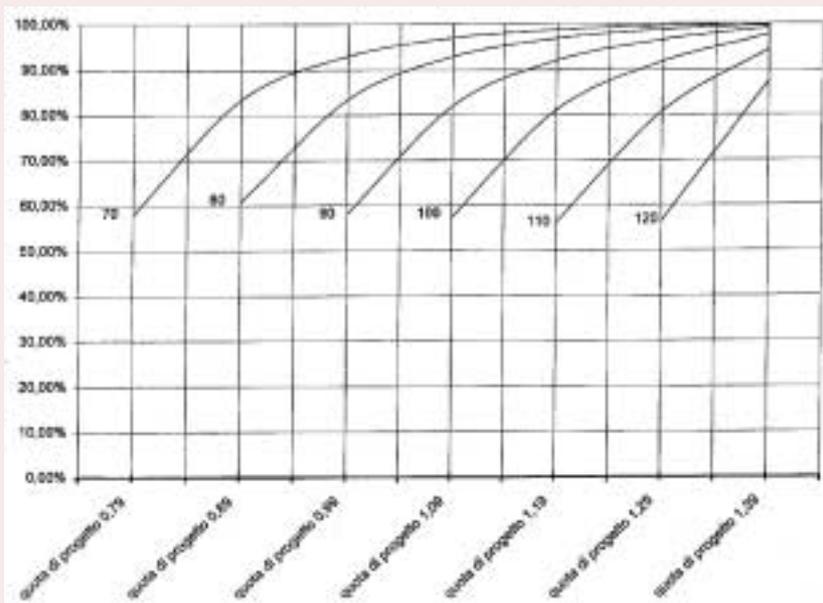
FIG. 2

La marea sormonta le quote attuali (dati 1997) 4 volte all'anno

Frequenza degli eventi in funzione di diverse quote di innalzamento della pavimentazione *																	
eventi eliminati per																	
quota	eventi 1987	eventi/anno	percentuale	quota di progetto 0,70		quota di progetto 0,80		quota di progetto 0,90		quota di progetto 1,00		quota di progetto 1,10		quota di progetto 1,20		quota di progetto 1,30	
(m)	(n)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
>= 70	3648	114,03	100,00%	2109	57,85%	3043	83,39%	3384	93,01%	3648	100,00%	3601	98,98%	3628	99,42%	3643	99,84%
>= 80	1540	48,13	42,20%			894	60,65%	1286	83,44%	1431	92,92%	1492	96,89%	1518	98,54%	1634	99,57%
>= 90	808	19,94	16,81%					351	57,92%	487	82,01%	558	92,08%	605	96,33%	600	99,01%
>= 100	255	7,97	6,98%							145	57,25%	207	81,18%	234	91,76%	249	97,65%
>= 110	109	3,41	2,99%									81	55,96%	85	80,73%	103	94,50%
>= 120	48	1,50	1,32%											27	56,25%	42	87,50%
>= 130	21	0,66	0,58%													15	71,43%
>= 140	8	0,19	0,16%														
>= 150	3	0,08	0,08%														
>= 160	2	0,06	0,06%														
>= 170	1	0,03	0,03%														
>= 180	1	0,03	0,03%														
>= 190	1	0,03	0,03%														
eventi residui per																	
quota	eventi 1987	eventi/anno	percentuale	quota di progetto 0,70		quota di progetto 0,80		quota di progetto 0,90		quota di progetto 1,00		quota di progetto 1,10		quota di progetto 1,20		quota di progetto 1,30	
(m)	(n)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
>= 70	3648	114,03	100,00%	1540	42,20%	808	18,81%	255	6,98%	109	2,99%	48	1,32%	21	0,58%	8	0,19%
>= 80	1540	48,13	42,20%			808	38,56%	255	16,58%	109	7,08%	48	3,12%	21	1,36%	8	0,39%
>= 90	808	19,94	16,81%					255	42,08%	109	17,08%	48	7,92%	21	3,47%	8	0,89%
>= 100	255	7,97	6,98%							109	42,70%	48	18,82%	21	8,24%	8	2,99%
>= 110	109	3,41	2,99%									48	44,04%	21	19,27%	8	6,50%
>= 120	48	1,50	1,32%											21	43,75%	8	12,80%
>= 130	21	0,66	0,68%													8	28,57%
>= 140	8	0,19	0,18%														
>= 150	3	0,08	0,08%														
>= 160	2	0,06	0,06%														
>= 170	1	0,03	0,03%														
>= 180	1	0,03	0,03%														
>= 190	1	0,03	0,03%														

* Fonte: Centro Previsioni e Segnalazioni Maree, Comune di Venezia

Percentuale di eventi riferiti a singole quote di livello della pavimentazione *



* Elaborazione: Insula S.p.A.

MODALITÀ DELL'INTERVENTO NELL'AREA PRIVATA

Manutenzione dei muri di sponda degli edifici

La messa in asciutto dei rii ha permesso oltre ai lavori di consolidamento dei muri di sponda pubblici, l'attivazione di interventi analoghi anche sui muri di sponda interessanti le proprietà private che si affacciano sugli stessi tratti di canali. La particolare configurazione dell'insula del Ghetto è caratterizzata per la sponda nord dei canali quasi esclusivamente da proprietà pubblica mentre per la sponda sud quasi esclusivamente da proprietà private. Ciò ha comportato che la quantità dei lavori relativa a queste ultime, fosse circa pari alle lavorazioni eseguite sui paramenti stessi per la parte di proprietà pubblica.

L'art.5 della L.139/92 prevede che, preliminarmente all'avvio dei lavori del "progetto integrato rii", l'Amministrazione comunale verifichi lo stato di consistenza e di manutenzione delle fondazioni degli immobili prospicienti i rii. Eseguita tale indagine, l'Amministrazione aveva incaricato Edilvenezia S.p.a. di gestire i rapporti con i proprietari degli immobili affinché intraprendessero le attività necessarie alla realizzazione degli interventi di manutenzione ordinaria sui tratti di muri di sponda di loro proprietà, ed aveva definito i termini e i limiti di erogazione dei contributi previsti dalla stessa legge per tali interventi.

Tale procedura è stata accolta favorevolmente dalla totalità dei privati interessati nell'insula del Ghetto con il coinvolgimento di circa 380 unità.

La società incaricata dal Comune, dopo aver ottenuto delega dai privati, ha assegnato i lavori alla stessa impresa appaltatrice dei lavori sulla proprietà pubblica; tale scelta ha contribuito ad un notevole snellimento delle procedure e ad una riduzione dei tempi esecutivi. Il progetto degli interventi veniva verificato e messo a punto dopo lo scavo del fango a ridosso dei muri e la pulizia della loro superficie con l'idrosabbatrice. Le condizioni dei muri non hanno evidenziato dissesti se non in due casi particolari.

Gli interventi eseguiti sui muri di sponda privati sono stati prevalentemente di ordinaria manutenzione volta alla conservazione dei manufatti esistenti. Le lavorazioni eseguite

sono state, oltre all'abbassamento e risanamento delle sboccature degli scarichi sul rio, opere di scuci e cuci per la ricostruzioni di porzioni degradate del paramento, stilature delle connessioni, iniezioni di consolidamento con malte tixotropiche. Tali opere erano volte a ridare compattezza al paramento esistente, senza alterarne il comportamento statico.

I lavori sul fronte privato, per i quali l'impresa aveva ricevuto incarico dai proprietari degli edifici, sono stati eseguiti prevalentemente, per i vari tratti, in concomitanza con i lavori effettuati sul fronte pubblico.

Due situazioni di particolare complessità.

In due casi gli interventi di manutenzione delle sponde private sono stati più complessi e lunghi del previsto: si tratta dei muri di sponda di un complesso edilizio su rio di Noale e del condominio *Silva* tra il rio della Misericordia ed il rio del Ghetto. Le verifiche preliminari avevano permesso di rilevarne le effettive condizioni solo parzialmente. Una volta messo all'asciutto i canali e scavato il fango, sono stati riscontrati degli stati di dissesto più gravi del previsto.

Il complesso su rio di Noale è composto da più fabbricati con un fronte di 40 m su detto rio, che continua sul rio della Misericordia per altri 35 m e su quello del Trampolin per altri 12, oltre che sulla corte omonima. Il muro di sponda sul fronte verso rio di Noale per la parte sopra il livello di fango presentava, all'esame visivo eseguito in fase preliminare, condizioni di degrado medio; era evidente la mancanza di legante tra le connessioni della muratura soprattutto nella parte prossima agli scarichi dove il paramento era sconnesso in più punti. Per la parte in elevazione, solo il fabbricato più basso dell'intero complesso, che collega il corpo su rio di Noale con il fabbricato sulla Corte del Trampolin, evidenziava, prima dei lavori, fessure rilevanti in facciata sul fronte verso il rio della Misericordia.

Durante i lavori sul cassero in rio della Misericordia sui fabbricati si erano evidenziati nuovi quadri fessurativi. Dopo avere consultato tutti i proprietari ed i loro professionisti incaricati, Edilvenezia ha ricevuto le deleghe dai privati e successivamente ha incaricato l'impresa di eseguire i lavori a contributo, mentre Insula S.p.a. ha autorizzato l'ampliamento dei lavori dell'insula del Ghetto fino a

comprendere l'area tra il rio della Misericordia, il rio di Noale e il rio del Trampolin. La stessa corte del Trampolin è stata oggetto di lavori di ripristino dei collettori fognari (e di ripavimentazione) che si presentavano in condizioni di avanzato degrado. Il progetto, in base a quanto rilevato visivamente, prevedeva in un primo tempo interventi di manutenzione secondo le seguenti lavorazioni:

- idrosabbiatura del paramento per eliminare le incrostazioni e il *fouling*;
- ricostruzione a scuci e cucì delle parti di paramento particolarmente degradato con l'impiego di malta premiscelata tipo MD-FIP;
- rifacimento degli scarichi fognari portandoli alle quote previste dal regolamento d'igiene;
- stilatura delle fughe tra i bolognini;
- interventi di consolidamento con iniezioni di malta tixotropica di particolare fluidità a bassa pressione attraverso delle cannucce poste in opera dopo aver realizzato dei fori nel numero di circa quattro al metro quadrato per la profondità di circa 40 cm in corrispondenza delle fughe del paramento. Tali iniezioni ricostituiscono la compattezza della muratura in mattoni e del paramento in bolognini, ricostruendo il legante mancante. Le iniezioni sono state eseguite su più fasi.

Dopo l'infissione del cassero, con la messa all'asciutto del tratto di rio, lo scavo del fango a mano a ridosso delle fondazioni e la idrosabbiatura del paramento, è stato possibile leggere le condizioni del muro di sponda alle quote inferiori.

Si è potuto constatare che il muro, seppure in condizioni discrete (sopra la quota a meno 1,20-1,60 cm sul livello medio del mare di Punta della Salute), si presentava con il piano di imposta delle fondazioni su tavolato di 6-8 cm e pali in legno alla quota di meno 2,30 m s.l.m.m., ed era realizzato in blocchi di pietra di dimensioni normali, con leggeri dissesti e un avvallamento centrale sulla parte inferiore. L'intervento previsto in sede di massima è stato pertanto integrato con le seguenti lavorazioni:

- realizzazione di cordolo di base impostato a -2,30 m s.l.m.m. con veletta fino alla quota di -0,70 m in c.a. appoggiata su pali in legno battuti lunghi 2 m del diametro di 12-15 cm a protezione delle fondazioni esistenti;
- cuciture armate con barre del diametro di 24 cm, della lunghezza di 1,5 m in corrispondenza dei muri di spina, al fine di legare la

trave di fondazione con i muri portanti del fabbricato, con iniezioni a pressione realizzata con boiaccia realizzata con la miscela;

- posa in palancole tipo "Larssen" a protezione della scarpa dallo scalzamento.

L'intervento è stato progettato e diretto dallo stesso professionista incaricato da Edilveneziana S.p.a., in collaborazione con i professionisti nominati dai proprietari.

Dopo l'intervento è stata eseguita una prova non distruttiva consistente nell'uso del georadar in spessore sottile sul paramento fronte rio de Noal. Tale indagine si basa sull'impiego di onde ad alta frequenza in maniera continua lungo una direzione o per punti definiti. Essa ha fornito interessanti risultati sulla efficacia dell'intervento di ricostruzione del paramento murario, confermando una distribuzione sufficientemente uniforme e stratificata della boiaccia iniettata.

L'impresa appaltatrice ha preso contatto fin dal manifestarsi dei danni con i proprietari per assicurare il ripristino delle situazioni preesistenti ai lavori interessanti la parte pubblica, per la parte ricadente sotto la propria responsabilità.

I rapporti sono stati coordinati da Insula S.p.a. che ha assicurato la gestione degli interventi di ripristino.

Il secondo caso riguardante il condominio *Silva*, costituito da un unico palazzo tra il rio della Misericordia e il rio del Ghetto, presentava nella parte in elevazione evidenti fenomeni fessurativi che hanno richiesto l'intervento diretto dei proprietari attraverso la nomina di un proprio professionista e l'incarico diretto ad una impresa, che per opportunità economica ed operativa è risultata essere la medesima incaricata dei lavori sulla parte pubblica.

Con tale soluzione il condominio, che aveva già in corso un progetto per la ristrutturazione della parte in elevazione del palazzo, ha potuto coordinarsi con il cantiere in corso anche per gli interventi di tipo statico che interessavano le fondazioni e che hanno potuto beneficiare dei casseri già in opera con evidenti economie. L'edificio, di tipo monumentale con una pregevole facciata sul rio di circa 30 metri di lunghezza con 4 piani fuori terra, presentava in fondazione gli usuali degradi per effetto del fenomeno della risalita capillare sulla parte inferiore della muratura e per il dilavamento del materiale sciolto a tergo delle strutture di base sul paramento fondazionale.

Tale situazione ha richiesto preliminarmente

all'esecuzione dei lavori un'attenta analisi dello stato di fatto dal punto di vista statico per progettare e realizzare per fasi successive un intervento di consolidamento efficace e che tenesse conto dell'instabilità di alcune parti dell'edificio.

Il progetto ha quindi previsto, prima dell'inizio dei lavori, una serie di operazioni di verifica e di lavori provvisori per consentire all'impresa esecutrice di lavorare in sicurezza ed alle numerose famiglie residenti di permanere nel fabbricato.

Durante i lavori di escavo dello strato di fango depositato a ridosso delle fondazioni (oltre 150 cm), sono stati messi in luce tutti i bolognini in pietra d'Istria delle fondazioni, rilevando un vistoso cedimento differenziale "ad onda" verso la zona dello spigolo del fabbricato, determinato nei secoli da progressivi consolidamenti differenziali del terreno sotto l'azione dei carichi permanenti della facciata, che, come usuale nell'edilizia veneziana, non contribuisce a sopportare i carichi dei solai i quali sono generalmente orditi in senso parallelo ad essa.

L'intervento progettuale si è limitato ad un'azione di consolidamento delle strutture di fondazione, senza invasivi interventi di sostituzione di bolognini in pietra, ma con iniezioni a bassa pressione di miscele a base di leganti colloidali micronizzati, "cuciture" di lesioni con barre in acciaio inox in resina epossidica,

"arpesi" e successivi usuali lavori di manutenzione ordinaria con stuccatura finale delle fughe con malte fibro-rinforzate.

E' stata inoltre progettata una protezione al piede nella zona d'angolo con messa in opera di un palancoato metallico a perdere ed è stato realizzato uno zoccolo di fondazione, indipendente staticamente dalle strutture del palazzo, con calcestruzzo fibro-rinforzato ed armato per garantire la stabilità del piede delle fondazioni e l'assoluto impedimento al progressivo dilavamento a tergo delle fondazioni, che indebolisce la struttura portante delle stesse.

Durante l'intervento sono stati inoltre messi a norma tutti gli scarichi fognari, concausa assieme al moto ondoso dei principali dissesti, con interventi di abbassamento e canalizzazione, e sono stati ricostruiti i basamenti e le due scalinate storiche, che nel tempo erano crollate in canale.

La parte di progetto statico che interessa le strutture in elevazione sarà eseguita in tempo successivo dovendosi coordinare con la ristrutturazione dell'intero complesso, per la quale l'amministratore del condominio ha fatto richiesta ai sensi dell'art.11 della L.798/84.

Rialzo delle soglie e pavimentazioni interne. Con riferimento a questo intervento, su una proposta progettuale presentata da Insula, l'Amministrazione comunale ha stanziato, con

Com'era



Com'è



Quota di esondazione a + 1.10 m, sul livello del medio mare di Punta della Salute, prima e dopo l'intervento di rialzo

un atto deliberativo, i finanziamenti da erogare in conto capitale (fino a concorrere con il 75% del costo complessivo sostenuto), a sostegno dei privati intenzionati ad eseguire le opportune opere all'interno degli edifici di loro proprietà. Gli interventi realizzabili sulle soglie degli edifici, in relazione al possibile rialzo della pavimentazione interna o alla costruzione della vasca impermeabile, sono stati individuati secondo le seguenti tipologie:

- sovrapposizione in luce di una soglia in pietra naturale bianca, al fine di recuperare altimetricamente la quota necessaria e l'adeguamento del portoncino d'ingresso;
- smontaggio, ove possibile, della soglia esistente e raggiungimento della quota necessaria con la sopraelevazione della parte sottostante, ricollocando gli elementi in pietra naturale;
- smontaggio, nei casi in cui è possibile, della soglia esistente e del sopraelevato con la sopraelevazione della parte sottostante; successiva ricollocazione degli elementi in pietra naturale, per il recupero della quota necessaria;
- integrale sostituzione della soglia esistente perché inadeguata ed eventuale recupero del portoncino d'ingresso.

L'attività di informazione dei cittadini coinvolti, gestita da Insula, è iniziata fin dal primo momento ed è proseguita porta a porta con l'invito ai proprietari a rispondere ad un questionario, per conoscere la disponibilità a collaborare nell'esecuzione degli interventi interni ed esterni al loro edificio. Comunque, durante le fasi esecutive successive, gli interventi sono sempre stati effettuati in accordo con la proprietà, e sono rari i casi in cui si è dovuto rinunciare ad una consona soluzione progettuale per l'atteggiamento negativo del privato. Su 157 anagrafici interessati, 99 sono stati coinvolti (rispettivamente 24 per le Cappuccine, 40 per gli Ormesini, 35 per la Misericordia). Con questi, sono state concordate le soluzioni di adeguamento più opportune (34 interventi sulle soglie, porte e paratie esistenti), valutate caso per caso tenendo in considerazione eventuali loro esigenze. In 21 casi il privato ha mostrato interesse ad interve-

nire entro il proprio edificio, con lavori di rialzo della pavimentazione al piano terra.

Il coinvolgimento dei privati ha progressivamente assunto connotazioni per le quali sono state formulate una tempistica ed una procedura autonome (ancora in atto) che, in ogni caso, non vincolassero gli interventi esterni.

La prosecuzione dei lavori di rialzo della parte esterna, in quanto funzionali alla viabilità pubblica e propedeutici alla fase di risanamento interno degli edifici, ha previsto anche delle soluzioni provvisorie, valutate caso per caso e definite con la proprietà, specialmente per il prosciugamento dell'esondazione nel caso in cui il pavimento interno degli edifici sia ad un livello inferiore a quello esterno.

Nella Fig. 3 è schematizzato l'intervento di rialzo della soglia privata e, in attesa dell'intervento interno all'edificio, il posizionamento di un pozzetto con pompa per il prosciugamento. Con tale situazione si ha, anche se l'intervento è parziale, un immediato beneficio, in quanto si contengono le esondazioni provenienti per sovrizzo della fondamenta, sino a quota + 1,15 m.

Nella Fig. 4 è schematizzata la soluzione adottata, qualora non sia stato possibile il rialzo della soglia, per vincoli fisici o per mancata volontà della proprietà privata. La pavimentazione esterna rimane allo stato di fatto, per la parte adiacente l'ingresso, introducendovi dei pozzetti convoglianti le acque al fine di assicurare il deflusso delle stesse. In tale caso si perde la sinergia pubblico-privato, mantenendo il solo beneficio per la viabilità pubblica. Per la realizzazione degli interventi nell'insula del Ghetto hanno collaborato fattivamente con la direzione lavori gli assistenti in cantiere (della stessa direzione lavori e dell'impresa) ed i tecnici di Insula S.p.a. che hanno garantito un costante rapporto con i residenti.

* Progettista e Direttore Lavori insula del Ghetto

** Studio Progettisti Forcellini, Breda e Scarpa

INTERVENTO DI RIALZO DELLA SOGLIA PRIVATA CON POSIZIONAMENTO DI POZZETTO INTERNO

SITUAZIONE CON MAREE MEDIO ALTE

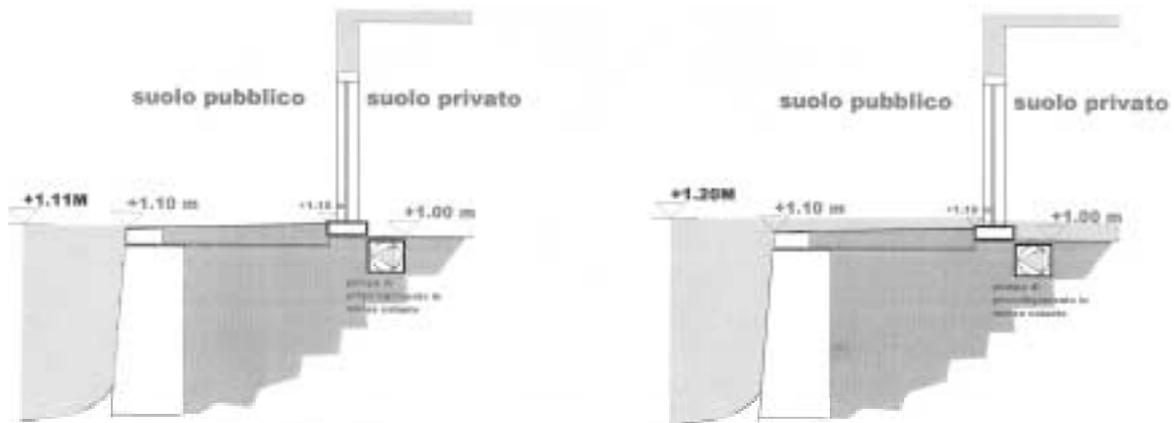


FIG. 3

La marea sormonta le nuove quote
(dati 1997) 4 volte all'anno

INTERVENTO SENZA RIALZO DELLA SOGLIA CON POSIZIONAMENTO DI POZZETTO ESTERNO

SITUAZIONE CON MAREE MEDIO ALTE

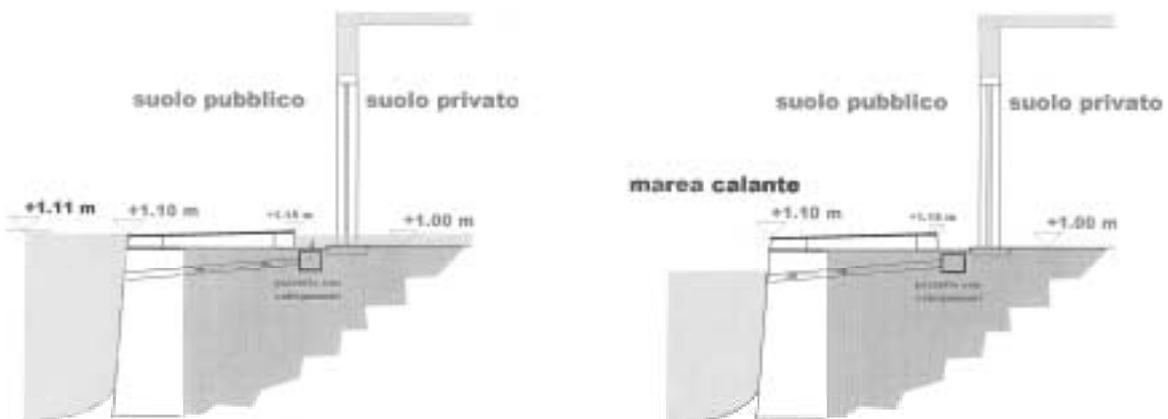


FIG. 4

La marea entra ed esce sul suolo privato come prima
dell'intervento di rialzo del suolo pubblico

