



# La manutenzione urbana e la difesa locale dalle acque alte, il riequilibrio idraulico e fisico della laguna, le prospettive

di STEFANO BOATO

**D**isponiamo ormai di alcune conoscenze certe e non controverse per una valutazione del fenomeno delle acque alte nel passato e nel breve e medio periodo futuro, ma il dibattito è ancora troppo pesantemente condizionato dagli interessi in campo, dalla poca circolazione delle informazioni e dalle prevenzioni politico-ideologiche. Queste brevi note vogliono offrire un contributo al confronto a partire dai dati disponibili.

## *Le acque alte*

Nell'ultimo secolo (dal 1896) il livello complessivo del mare (subsidenza ed eustatismo) si è elevato di circa **23 cm**, rimanendo però pressoché stabile negli ultimi trent'anni: le spiegazioni di questa stasi sono controverse, ma è prevedibile una ripresa dell'innalzamento nei prossimi decenni.

Anche perché nei due ultimi millenni tra subsidenza ed eustatismo il livello si è alzato di oltre due metri (sia pur con notevoli diversificazioni da zona a zona del territorio e tra i diversi periodi climatici).

Comunque nell'ultimo secolo a Venezia il suolo si è mediamente abbassato di circa 9 cm per subsidenza indotta dall'estrazione di acque dal sottosuolo (-11 cm con + 2 cm di recupero elastico per la ripressurizzazione delle falde sotterranee, dati non certissimi) e di circa -3 cm per subsidenza naturale (tettonica regionale), mentre il livello del mare si è mediamente alzato di circa +11 cm (eustatismo).

Oltre a questi dati, sui quali più o meno convergono tutte le ricerche disponibili, gli studi del prof.

Pirazzoli (CNRS francese) negli ultimi decenni sono venuti via via documentando che "tra il 1881 e il 1989 le massime altezze di marea sono aumentate di circa 35 cm", ossia circa **12 cm in più** rispetto all'aumento del livello medio marino (e che "per il 1975 la media mobile su 19 anni indica un livello che supera di ben 39 cm quello raggiunto mediamente attorno al 1885 o al 1893").

Queste differenze nell'aumento delle punte di massima altezza di marea (le acque alte) "possono essere interpretate come dovute alla maggiore facilità con la quale i più alti livelli dell'Adriatico (dovuti generalmente a perturbazioni meteorologiche) hanno potuto recentemente penetrare e propagarsi in laguna in seguito ad approfondimenti operati alle bocche di porto e nei principali canali di navigazione lagunare"... "si può

stimare che le modifiche morfologiche subite dalla laguna hanno causato a Venezia un innalzamento dei livelli dell'acqua alta estrema che è stato dello stesso ordine di grandezza di quello provocato dalla subsidenza o dall'eustatismo e dalla tettonica regionale" (relazione per il Gruppo di Lavoro di supporto all'Ufficio di Piano, giugno 1999).

Una conferma delle conseguenze sull'innalzamento delle punte di marea (maggiori acque alte) a seguito dei grandi sconvolgimenti operati soprattutto a cavallo tra gli anni cinquanta e sessanta (abbassamento dei suoli per estrazione di acque dal sottosuolo e aumento dell'idrodinamica lagunare per gli scavi alle bocche di porto e dei canali portuali e per le modifiche della morfologia e delle superfici lagunari) si può facilmente desumere dalla lettura del grafico sulla distribuzione decennale delle alte maree  $\geq +120$  cm sul medio marino, registrate a Punta della Salute dal 1923 al 1999 (Centro Maree Comune di Venezia, 2000). Gli eventi negli anni trenta, quaranta e cinquanta erano mediamente da 2 a 4 al decennio, dagli anni sessanta ad oggi sono balzati mediamente da 12 a 14 al decennio (Fig. 1).

Analogo fenomeno di accentuazione si rileva nel passaggio tra gli anni cinquanta e sessanta sul grafico della distribuzione decennale delle maree  $\geq +110$  cm sul medio marino; questo grafico (Fig. 2) evidenzia anche un'accentuazione di queste punte di marea nell'ultimo decennio, accentuazione dovuta a nuove situazioni meteorologiche più favorevoli al rialzo del livello marino dell'Alto Adriatico.

Nell'ultimo decennio i fenomeni di alta marea si sono verificati con una frequenza media pari a 4,4 casi all'anno per le quote  $\geq +110$  cm, e 1,4 casi all'anno per le quote  $\geq +120$  cm sul medio marino (tempo complessivo di permanenza 2 ore e 25 min., altezza 11 cm).

## *Le quote della città storica*

La città di Venezia è stata oggetto di una prima rilevazione sistematica delle quote altimetriche da parte di CNR-UNESCO nel 1974 con l'esclusione delle aree di Sant'Elena, della Marittima e delle isole della Giudecca e di San Giorgio.

La pubblicazione della ricerca (R. Frassetto, 1976) documentava che nelle aree oggetto di rilievo circa un terzo delle superfici (comprensivo delle aree scoperte e delle aree edificate) si trovava a quote

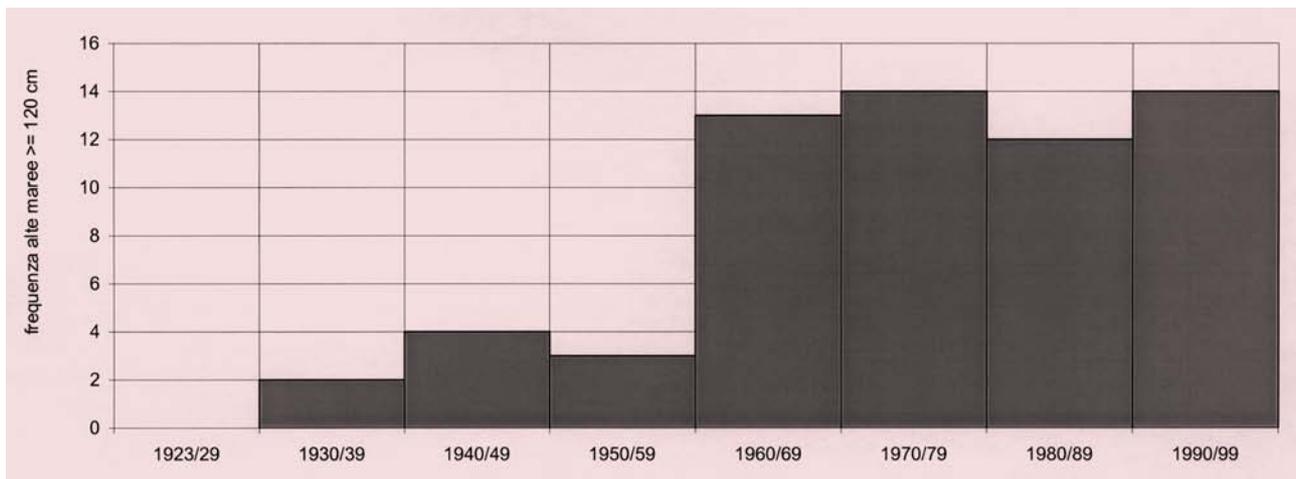


Fig. 1 - Distribuzione decennale delle alte maree  $\geq +120$  cm registrate dal mareografo di Punta della Salute dal 1923 al 1999

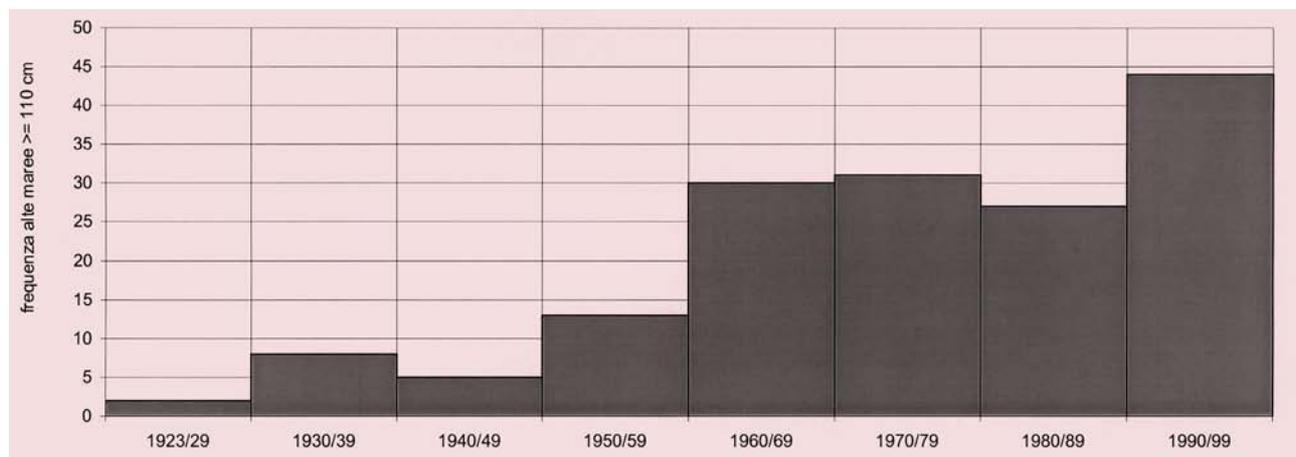


Fig. 2 - Distribuzione decennale delle alte maree  $\geq +110$  cm registrate dal mareografo di Punta della Salute dal 1923 al 1999

uguali o inferiori ai 120 cm sul medio marino. Una successiva rilevazione da parte del Magistrato alle Acque (attuata nel 1987 e collaudata nel 1990) confermava sostanzialmente le risultanze del primo rilievo.

A tale proposito la relazione finale dello *Studio per la verifica della possibilità di elevazione della quota delle difese locali mediante il rialzo della pavimentazione* elaborato a cura della società Insula nel novembre 1999 recita:

“L’area potenzialmente interessata è costituita da tutte le unità immobiliari a piano terra del centro storico di Venezia accessibili direttamente o indirettamente da soglie poste a quota  $\geq +120$  cm. sullo zero di Punta della Salute e affacciate su suolo pubblico la cui pavimentazione sia posta a sua volta a quota  $\geq +120$  cm. Tale porzione delle superfici pubbliche del centro storico è quantificabile in circa 34 ettari, pari al 31% della superficie pubblica totale, e si sviluppa su 112 isole delle 124 totali”.

### **Le indicazioni legislative per le acque alte**

Le leggi speciali a partire dal 1973, preso atto che le azioni antropiche avevano rotto gli equilibri precedenti, bloccarono ogni azione che potesse ulteriormente abbassare il livello dei suoli o

innalzare i livelli delle massime maree e prescissero in modo sempre più preciso gli interventi per il riequilibrio idraulico e fisico, fissando anche priorità e fasi di azione sia per gli interventi in laguna che sulle aree urbane.

a) Relativamente al riequilibrio idrogeologico la legge del 1973 e gli indirizzi governativi del 1975 prevedono di operare per “la riduzione dei livelli marini in laguna” prescrivendo interventi “per fasi e con gradualità” per “la riduzione a livello normale dei fondali ora profondamente erosi dalle correnti...nel Canale di San Nicolò, nonché allo sbocco in laguna di Malamocco e Chioggia” e “l’apertura alla libera espansione delle maree delle valli da pesca”.

Oltre alla “attenuazione dei livelli delle maree in laguna” la legge del 1984 prevede la difesa “dalle acque alte eccezionali **anche** mediante interventi alle bocche di porto con sbarramenti manovrabili con caratteristiche di sperimentabilità, reversibilità e gradualità”.

Come si vede sin dall’inizio non furono contrapposte le opere preliminari e prioritarie per il riequilibrio lagunare alla possibilità di intervenire in una seconda fase se necessario “anche” con sistemi sperimentali di regolazione delle maree. Solo che,



**Fondamenta di Cannaregio, dicembre 2000**

nonostante la successiva legge del 1992 abbia ulteriormente ribadito la successione delle fasi e le priorità di azione, gli interventi di riequilibrio (pur risollecitati dal Consiglio Comunale nel 1995, dal Comitato nel 1997 e dai Ministeri dell'Ambiente e dei Beni Culturali nel 1999) non sono mai iniziati. b) Dopo la legge del 1984 che prevedeva "la difesa con interventi localizzati delle *insulae* dei centri storici", la legge del 1992 confermava e ribadiva la priorità della "difesa dalle acque alte degli abitati insulari".

L'assemblea del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici aveva inoltre precisato che le difese locali dalle acque alte sono "il primo strumento di difesa realizzabile con una spesa più contenuta rispetto alle opere alle bocche, e certamente quello riconducibile agli interventi sulle *insulae* finalizzati non solo alla salvaguardia delle acque alte, ma al risanamento di tutta la rete dei servizi, interventi che oltre a richiedere una progettazione accurata richiedono un forte coordinamento tra i vari soggetti preposti alla loro elaborazione".

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici aveva in particolare prescritto la priorità della difesa "a *insula*" dalle acque alte di piazza San Marco, ma gli unici interventi avviati in forma sperimentale sino agli anni novanta erano stati quelli relativi all'isola di Pellestrina e al centro storico di Malamocco.

### ***L'avvio della manutenzione urbana e delle difese locali***

Sin dal 1985 si era realizzata una certa convergenza

di intenti tra forze politiche diverse (ambientaliste e non) affinché si riavviasse finalmente la manutenzione urbana sospesa ormai da vari decenni, con lo scavo a secco dei rii, il rifacimento delle fondamenta e delle strutture pubbliche e private. Ma, in una fase ancora troppo attenta solamente alle "grandi nuove opere", ci volle ancora un quinquennio per l'avvio concreto dell'iniziativa. L'amministrazione comunale già nel 1992-93 aveva predisposto un primo *Piano programma di interventi integrati per il risanamento igienico ed edilizio della città di Venezia*; come prima applicazione nel 1994-95 conclude con il Magistrato alle Acque un accordo di programma per l'attuazione del "progetto integrato rii".

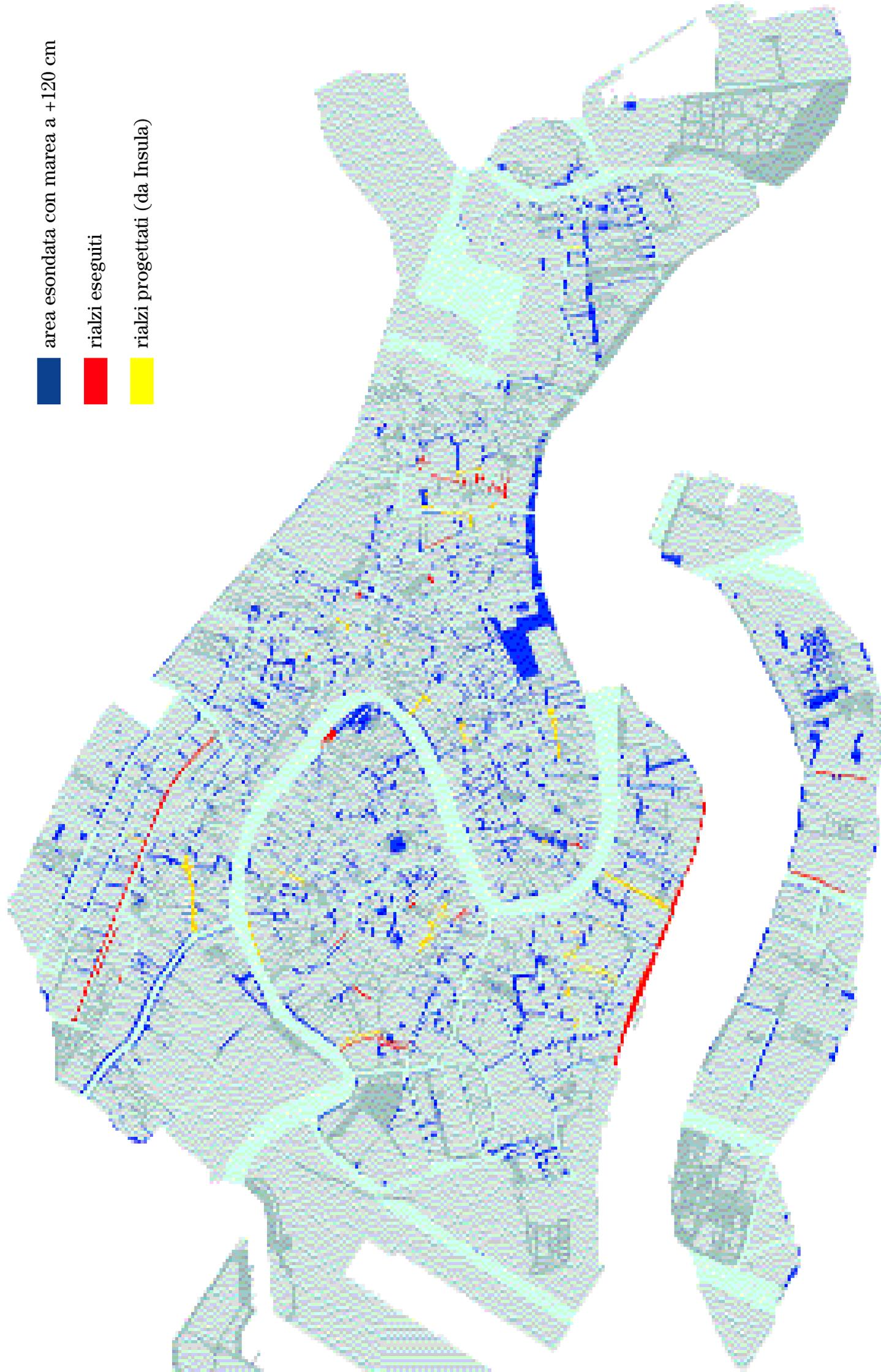
A proposito della "difesa dalle acque alte degli abitati insulari", il Consiglio Comunale nel 1995 all'unanimità afferma che con i fondi delle leggi speciali "vanno assicurati con continuità adeguati finanziamenti al Piano programma" per garantire l'avvio e la continuità sistematica della manutenzione urbana per la città storica e le isole minori.

Solo per questa via, questo secondo aspetto della difesa prioritaria dalle acque alte prende concreto e sistematico avvio, anche perché l'amministrazione comunale costituisce un proprio braccio operativo (la società *Insula*) nel quale coinvolge tutte le società interessate alla realizzazione e alla manutenzione della rete dei sottoservizi (metano, acquedotto, fognature, elettricità, telefoni).

area esondata con marea a +120 cm

rialzi eseguiti

rialzi progettati (da Insula)



### **Le diverse tipologie di intervento: rialzi e insulae**

Già nel 1985 il Consiglio Comunale all'unanimità aveva affermato:

“si ritiene che possano e debbano procedere tutti gli interventi di rifacimento dei marginamenti, delle pavimentazioni e dei collettori fognari con il rialzo in particolare degli spazi e dei percorsi pubblici (connesso agli interventi interni agli edifici) a quote attentamente valutate e progettate zona per zona; quote compatibili con il non stravolgimento dello specifico tessuto storico urbanistico, paesaggistico ed edilizio”, e inoltre

“si ritiene invece che vada sottoposta ad attenta verifica la compatibilità e la opportunità ambientale paesaggistica e funzionale di qualsiasi progetto che punti a rendere artificiale la gestione con sistemi complessi del deflusso delle acque interne alle insulae e della difesa dalle maree medio-alte e ciò non solo rispetto ad una analisi costi-benefici, ma anche e soprattutto rispetto alla garanzia di ottenere i risultati ipotizzati” (in riferimento all'esperienza di Pellestrina in corso e alle prime ipotesi di intervento sull'insula di San Marco).

Si cominciavano così a delineare gli indirizzi per le diverse possibili tipologie di intervento non ancora chiaramente definite: da un lato la possibilità di operare contestualmente alla manutenzione con la tecnica dei rialzi senza definire una quota unica a priori, ma studiando attentamente caso per caso lo specifico contesto pubblico e privato per verificare le quote di rialzo compatibili; dall'altro iniziava la discussione sulle modalità di intervento di difesa ai margini di una o più insulae (difesa a *insula* o a *macro-insula*).

### **La discussione e le verifiche sui rialzi**

La tecnica del rialzo delle aree scoperte pubbliche e private evidentemente è stata sempre attuata nei secoli: un qualsiasi lavoro in città porta a scoprire le diverse quote dei secoli precedenti.

Ma ormai la città storica è definita e consolidata in quasi tutte le sue parti e non è pensabile di attuare la tecnica, grandemente in uso nei secoli scorsi, della demolizione e ricostruzione ex novo. È ormai consapevolezza generale che le tecniche del restauro e del risanamento per nuovi usi compatibili devono partire dal rispetto delle tipologie strutturali dell'intero tessuto urbano storico e non solo degli edifici “monumentali”.

Né è pensabile di agire con rialzi che forzino le caratteristiche architettoniche e paesaggistiche come pur si è fatto nell'ultimo secolo con grande disinvoltura. Anche la difesa interna degli edifici esistenti con le diverse tecniche in uso ormai da decenni (rialzo delle soglie, degli architravi e talvolta dei soffitti, delle pavimentazioni, sistema a vasca, sistemi combinati) ha dei limiti di compatibilità oltre i quali non è possibile andare. Ma detto tutto ciò non è possibile prendere alcuna decisione unica e generalizzata ed è assurdo cercare

di imporre una quota massima unica (il metro) oltre la quale non si deve andare.

Ed è ridicolo pensare di operare in due tempi: con rialzi più contenuti in una prima fase per accentuarli eventualmente in seguito (proposta del gruppo di “esperti” internazionali). È proprio operando contestualmente con la manutenzione urbana e territoriale che gli interventi di rialzo vengono semplificati e riducono notevolmente l'onerosità (come dimostrano i consuntivi degli interventi già svolti). Per fortuna queste discussioni astratte, disinformate, prevenute e accademiche sono state messe fuori campo dalle esperienze concrete già realizzate o già progettate e approvate dalla Soprintendenza ai Beni Architettonici e Ambientali e dalla Commissione di Salvaguardia dopo una attenta verifica caso per caso, situazione per situazione, zona per zona.

Successivamente, su richiesta del Comitato, una prima verifica della possibilità di elevare le difese locali tendendo a 120 cm operata nel 1999 dal Comune di Venezia insieme al Magistrato alle Acque e alla Soprintendenza è arrivata ad alcuni punti significativi:

“- La fattibilità degli interventi di rialzo interni alle abitazioni ed esterni non presenta difficoltà tecniche e non è particolarmente gravosa dal punto di vista finanziario.

- Di ben maggiore difficoltà è la valutazione del limite imposto da esigenze di carattere architettonico e ambientale. Dall'ampio campione indagato (52% del totale delle soglie) il Coses ha rilevato che meno del 10% di tali soglie risulta ‘non rialzabile’ e solo il 5% è ‘non rialzabile’ per motivi esclusivamente o parzialmente architettonici. Il costo complessivo per gli interventi previsti sia su area pubblica che su area privata, stimati da Insula, è di poco meno di 640 miliardi ai quali vanno aggiunti i costi per gli interventi che riguardano i monumenti e gli elementi di pregio dell'arredo urbano, che si ritiene comunque non possano andare oltre l'ordine di grandezza degli interventi studiati”.

Le prime osservazioni e conclusioni della Soprintendenza recitano:

“Gli interventi realizzati si sono basati su analisi punto per punto e si sono concretizzati in progetto esecutivo dopo approfondite valutazioni.

Il risultato di questo lavoro è che si sono già rialzati-difesi oltre tre ettari di superficie calpestabile partendo da quote che stavano tra m + 0,90 e + 1,00 raggiungendo quote tra m + 1,10 e + 1,20.

Dunque il progetto di difesa tendenziale a quota m + 1,20 è una strada che va percorsa, nonostante non esista, allo stato attuale delle ricerche, sicurezza in tale direzione, soprattutto per l'insufficienza dei dati. Un giudizio di merito complessivo sarà possibile solamente dopo:

1) che sarà indagato nella sua interezza il quadro delle potenzialità fisiche del contesto edificato sulla base del rilevamento in fase di

## INTERVENTI DI INSULA COMPRENDENTI RIALZI

	PAVIMENTAZIONE: SUPERFICI E QUOTE (cm sullo zero di Punta Salute)						SOGLIE (n°)		MAREE (n°/anno)		
	superficie soggetta a rialzo	stato di fatto			stato di progetto			coinvolte	da rialzare	prima	dopo
		min	max	media	min	max	media				
<b>Insulae</b>											
Ghetto	5.190	90	102	96	110	115	113	197	87	12	2
S. Giovanni in Bragora	842	88	117	105	107	120	112	45	9	6	3
S. Stefano	1.205	81	114	101	92	118	111	37	9	8	3
S. Trovaso	2.231	95	115	102	98	120	112	168	62	7	3
S. Giacomo dell'Orio	1.048	88	118	106	112	122	119	67	27	5	1
<b>Fond.te e Rive</b>											
Fond.ta della Croce	655	88	112	101	110	115	113	19	0	8	2
Fond.ta Ponte Longo	945	83	117	105	115	120	118	31	0	6	1
Fond.ta S. Girolamo	731	106	115	109	107	117	113	0	0	4	2
Fond.ta S. Severo	300	99	105	103	105	111	108	10	4	7	4
Riva di Biasio	880			114			120	14	0	3	1
Fond.ta del Monastero	310	93	104	99	117	125	121	4	0	9	1
Fond.ta dei Tolentini	510	92	102	97	110	115	113	35	16	11	2
Fond.tina della Tana	208	102	119	111	120	130	125			3	1
Fond.ta Venier Parmense	2.387			105	110	120	115			6	2
<b>Altri</b>											
Rio terà S. Leonardo	2.445	100	125	111	110	130	124	93	4	3	1
Rialto Pescheria	1.050	104	127	117	120	127	124	0	0	2	1
Calle del Forno	200			105			113	19	4	6	2
<b>Totale</b>	<b>21.137</b>							<b>739</b>	<b>222</b>		

**Nota:** i valori minimi e massimi sono rappresentativi delle situazioni più frequenti e non estreme; i dati delle ultime due colonne quantificano indicativamente i benefici diretti delle operazioni di rialzo in termini di esondazioni evitate. Essi vanno tuttavia considerati con molta prudenza in quanto sono calcolati su valori medi non ponderati rispetto ad una realtà molto eterogenea. Il numero degli eventi di marea è calcolato sulla media del periodo 1966-1997.

completamento, compresa l'area del Comune di Chioggia;

- 2) aver analizzato, tramite progetti esecutivi redatti secondo le modalità già sperimentate, caso per caso, la situazione emersa dalle rilevazioni;
- 3) aver verificato la possibilità di adottare soluzioni tecniche che prevedano oltre al semplice rialzo per sopraelevazione dell'intero piano di calpestio, anche la protezione perimetrale verticale per raggiungere comunque, tendenzialmente, la quota 120, con i connessi temi di organizzazione complessiva dei sottoservizi. I tempi per l'esecuzione dei progetti esecutivi non potranno essere inferiori ai tre-quattro anni."

Gli interventi sono successivamente proseguiti per tutto l'anno 2000.

Lo stato di avanzamento dell'attività della Società Insula, attività di manutenzione urbana e connessa azione di sovrarzo (progetti realizzati e progetti già approvati in corso di realizzazione), risulta dalla mappa di pag. 26 e dalla tabella precedente ove si può constatare che gli innalzamenti portano concretamente a quote medie sempre superiori ai +110 cm sul medio marino sino a quote di +125 cm.

### **Il problema metodologico fondamentale della progettazione**

L'esperienza sin qui svolta permette di fare una considerazione molto importante. La progettazione

della manutenzione straordinaria delle strutture urbane e delle aree pubbliche deve partire dalle aree edificate, in gran parte private. Si devono rilevare le misure e le quote principali di tutti gli edifici, uno per uno, soglie e portali innanzitutto. Se si deve progettare in una qualsiasi altra città storica (Assisi, Siena, Gubbio, Firenze) si deve fare lo stesso cosa. Questa metodologia comporta una rivoluzione in termini di tempo, di risorse, di gestione; e la necessità di comunicare con tutti i cittadini e talvolta di coinvolgere i singoli nella determinazione dell'intervento.

È un grandissimo minuzioso lavoro ma non è evitabile in una città storica: non si può progettare una fondamenta urbana come se fosse una banchina portuale. Che si sia a Pellestrina, Burano, Venezia o Chioggia, bisogna partire dagli edifici, verificando gli interventi possibili, tecnicamente ed economicamente fattibili e ambientalmente, architettonicamente e paesaggisticamente compatibili.

Dal tempo dei nostri padri, qualunque residenza, negozio o agenzia nel restaurare il piano terra cerca di alzare il più possibile la pavimentazione o di combinare l'intervento con la tecnica "a vasca". Il problema si complica perché anziché fare un intervento alla volta, quando si opera su un'intera fondamenta bisogna affrontare tutti i singoli casi contemporaneamente. Sappiamo però, e le relazioni

## DISTRIBUZIONE DELLE SUPERFICI RIALZATE PER FASCIE DI QUOTA

QUOTE (cm)	SUPERFICIE (mq)	%
106-110	300	1,4
111-115	13.951	66,0
116->120	6.886	32,6
	<b>21.137</b>	<b>100,0</b>

di Edilveneziana lo confermano, che la gran parte dei privati (99 %) se informati e coinvolti per tempo sono disposti a collaborare all'intervento.

Non è semplice, anzi è molto complicato, ma purtroppo è la situazione che è complessa e la complessità non è eliminabile. È nella città storica, nella diversità delle situazioni, delle case, delle quote; è nel fatto che un edificio ha mille anni, un altro 500, un altro 100 e un altro ancora è recentissimo. Questo è il problema principale quando si interviene con i restauri in un centro storico.

Il progetto sulle strutture pubbliche si deve definire in base a quanto si può fare sul privato. Il punto di partenza e la metodologia sono rovesciati.

Il modo di fare i rilievi, elaborare i dati, fare i preventivi, di avvisare ed eventualmente contattare i singoli privati in tempo utile, costituiscono una metodologia di progettazione e azione che comporta l'adeguarsi alla città e non viceversa obbligare la città ad adeguarsi ad un progetto rigido preconstituito.

È su questo che è avvenuta la polemica sull'intervento alla fondamenta dei Tolentini. Nel 1995 il Consiglio Comunale ha approvato il progetto del Consorzio Venezia Nuova che pur non era

accettabile (per l'imposizione rigida della quota di rialzo limitata al metro sul medio marino) perché la sua immediata revisione avrebbe comportato un notevole ritardo nei tempi di avvio dei lavori. Si era però concordato e formalizzato nell'atto di approvazione del progetto originario l'impegno ad una revisione delle quote del rialzo e ad una verifica di dettaglio di quanto era possibile rialzare ulteriormente in corso d'opera.

Ma al momento dell'attuazione le misure e le quote sono rimaste le stesse del progetto originario. Poi si è verificato (con un impegno del Comune che ha coinvolto anche Insula) che specialmente nella parte terminale della fondamenta e nella prospiciente fondamenta Condulmer era possibile portare le quote del rialzo sino a +1,15-1,20 m sul medio marino. Ma bisognava volerlo e impegnarsi seriamente per ottenerlo.

### *Le difese locali dalle acque alte a insula o a macroinsula: il caso di piazza San Marco*

In alcuni casi non è possibile o opportuno per motivi tecnici o paesaggistici cercare di operare un rialzo delle pavimentazioni e può essere indispensabile progettare una difesa locale dalle acque alte operando una difesa "verticale" ai margini perimetrali di un'insula o di più insule aggregate (sistema a "macro-insula" proposto da un gruppo di ingegneri veneziani).

Questa situazione è innanzitutto quella tipica delle situazioni più antiche e più basse come piazza San Marco o l'isola di Burano nella quale ci si appresta ad un intervento misto: sopralzo in alcune situazioni sino a quote compatibili con il contesto e difesa verticale perimetrale ai margini sino a quote maggiori.



Fondamenta Condulmer, dicembre 2000



*Fondamenta della Misericordia, "rialzata" nel 1998*

Già a Pellestrina e nel centro storico di Malamocco sono state realizzate difese ai margini anche con tecniche troppo impattanti rispetto al contesto (con quote di difesa dalle acque alte sino a oltre +150 cm sul medio marino).

Data l'importanza e la complessità del caso è probabilmente utile fare qualche considerazione su piazza San Marco. Circa cinque anni fa fu elaborata una prima bozza del progetto di piazza San Marco. Questo progetto prevedeva di stendere sotto tutta la Piazza una grande membrana orizzontale.

Contestualmente si proponeva di abbandonare completamente tutti i condotti fognari e acquei sotterranei e costruire un sistema completamente nuovo di sottoservizi.

Tre anni e mezzo fa in una serie di riunioni presso il Comune di Venezia e poi in una serie di confronti e verifiche più approfondite presso la Soprintendenza erano state date delle valutazioni critiche e delle indicazioni diverse.

Si era segnalato che quella proposta non era accettabile: non era possibile né opportuno mettere la membrana orizzontale e chiuderla in particolare dalla parte delle Procuratie Vecchie e della basilica di San Marco. Bisogna impermeabilizzare e alzare

per quanto possibile i bordi al margine perimetrale dell'insula, verso il bacino di San Marco e verso il bacino Orseolo in particolare. Non si devono abbandonare ma individuare, riconoscere (anche storicamente), ricostruire, risistemare e mantenere i vecchi collettori fognari e delle acque ridando loro significato e funzione, facendoli poi confluire collettati verso uscite con valvole di sicurezza senza ritorno controllate a sistema. Si tratta di impermeabilizzare con metodi, materiali e tecnologie appropriate la parete verticale dei marginamenti perimetrali. Si tratta di installare un sistema di pompaggio che raccolga ed espella l'acqua della pioggia in esubero (qualcosa del genere si è già fatto a Pellestrina).

È stato proposto anche di limitarsi a dare un indennizzo alle poche attività che sono soggette al fenomeno dell'acqua alta. Si può comunque fare, ma personalmente ritengo invece che si possano eliminare le acque alte anche in piazza San Marco.

Va verificato qual è il massimo livello di difesa locale dalle acque alte che si può realizzare, fattibile e compatibile con il contesto.

In particolare si deve valutare quale sia il recupero altimetrico che si può ottenere dalla parte del Bacino Orseolo con una leggera pendenza nella pavimentazione e/o con un gradino ai

margini del sottoportico o al bordo della fondamenta.

Dalla parte del Bacino di San Marco ad un terzo di distanza (10 metri) tra Palazzo Ducale e il bordo sul bacino (in corrispondenza del fianco meridionale del ponte della Paglia), la pavimentazione con una leggera pendenza sinora non avvertita è già oggi a +115 cm sul medio marino. Credo che con altri due terzi di percorso la quota di difesa al bordo perimetrale (a 30 m dal Palazzo Ducale) potrebbe tranquillamente essere portata a +120 cm sul medio mareale.

Comunque già con la sola difesa perimetrale verticale si può passare dalle attuali 48 acque alte all'anno (nel punto più basso della piazza prospiciente la basilica) alle 4,4 all'anno già raggiungendo quota +1,10 m sul medio marino o alle 1,4 volte all'anno raggiungendo quota +1,20 m. In ogni caso c'è da sperare che il progetto che si sta per proporre all'approvazione abbia tenuto conto delle osservazioni e delle indicazioni, che non si riproponga la grande membrana orizzontale né il rifacimento integrale del sistema dei condotti e cunicoli sotterranei per le acque, che si vogliano progettare e sperimentare l'impermeabilizzazione



verticale dei bordi perimetrali dell'insula, il funzionamento e la gestione di un sistema controllato dello smaltimento delle acque e la non risalita delle maree in occasione delle acque alte.

### ***Il riequilibrio idraulico e fisico della laguna***

Nei paragrafi precedenti si è verificato come sia possibile portare avanti il sistematico lavoro della manutenzione urbana e territoriale operando nel contempo le azioni possibili per la difesa locale dalle acque alte. Con interventi di sopraelevazione e/o con la difesa verticale perimetrale a insula o a macro-insula (più insule aggregate) è possibile difendere la città almeno sino a quote di +115-120 cm sul medio mare (in molti casi a quote ben superiori).

Con il che si possono già ridurre le acque alte a uno o due eventi all'anno di impatto molto contenuto (per durata e altezza).

Questi sono interventi che vanno comunque fatti, sarebbe da irresponsabili fermarli o ridurli essendo comunque utili (come lo sono sempre stati nei secoli precedenti) e relativamente poco costosi. Ma non possono e non devono essere letti come interventi alternativi: serviranno anche a ridurre il numero di chiusure se in futuro si fosse costretti (da una grande ripresa dell'innalzamento del livello del

mare) a realizzare opere per la regolazione delle maree alle bocche di porto.

Ma dovrebbe finalmente avviarsi anche l'azione per il riequilibrio dell'idrodinamica lagunare.

Nel 1999, su richiesta del Comitato, sono state nuovamente verificati gli effetti dei possibili interventi: modifica delle configurazioni alle bocche di porto (rialzo dei fondali e pennelli trasversali per ridurre la portata, curvamento dei tratti terminali dei moli e scogliere a mare per ridurre il *set up*, l'onda montante, da vento di scirocco), riduzione degli impatti dei canali portuali, riapertura al flusso delle maree delle valli da pesca.

La stessa Autorità Portuale e il Ministero dei Trasporti hanno dato la disponibilità a rialzare i fondali delle bocche di porto.

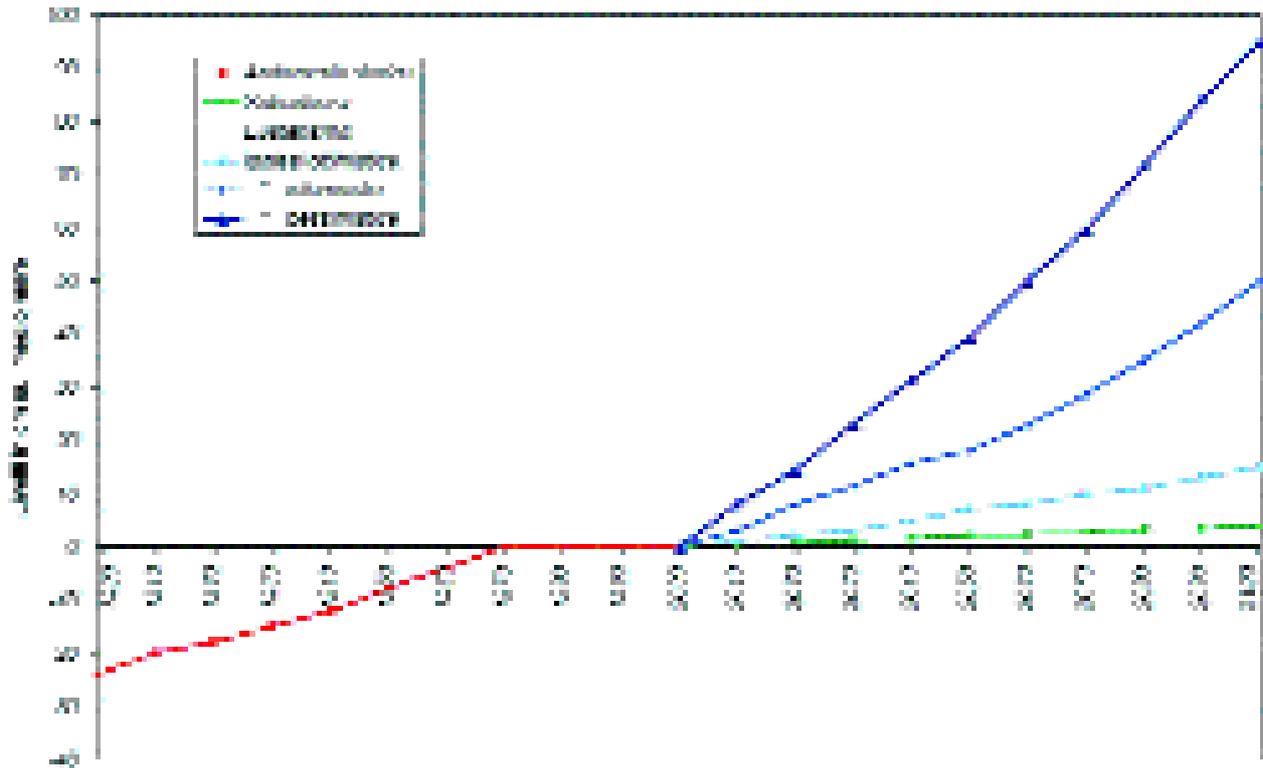
Gli studi di verifica hanno portato ad una ennesima conferma della possibilità e dell'efficacia degli interventi ipotizzati.

In particolare la relazione finale presentata dal Ministero dell'Ambiente nel gennaio del 2000 recita a tale proposito:

#### “ Effetti sulla riduzione dei livelli di marea

Le riduzioni di livello ottenute dalle simulazioni (condotte dal Magistrato alle Acque) delle diverse soluzioni esaminate, evidenziano che le modifiche morfologiche alle bocche hanno un effetto

Fig. 3 *Eustatismo e subsidenza: stime per il XXI secolo*



Fonte: IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1999

significativo nel contenimento dei fenomeni di allagamento delle aree cittadine prodotti dagli eventi di marea.

Analoghe indagini sono state condotte, ma sulle maree reali, per conto del Ministero dell'Ambiente... Complessivamente le elaborazioni svolte segnalano la possibilità di ottenere (senza Mose e senza irrigidimento e rivestimento del fondale, con una configurazione dei varchi intermedia tra l'ipotesi larga e l'ipotesi stretta) una riduzione delle punte di marea mediamente di **20,2 cm**.

Si evidenzia infine che per il caso di Burano l'efficacia media dell'apertura delle valli da pesca nelle simulazioni operate per il Ministero dell'Ambiente ha un'efficacia media di 9,1 cm (e di quasi **10 cm** con l'effetto sinergico degli interventi alle bocche).

#### Efficacia sulla riduzione degli allagamenti

Nell'ipotesi di un intervento alle bocche con una configurazione intermedia le simulazioni svolte per il Ministero dell'Ambiente segnalano che si possono ottenere riduzioni delle punte di marea (dell'ordine di oltre 20 cm) che combinate con il massimo rialzo possibile (difese locali orizzontali) e le difese verticali e a macro-insula possono ridurre il numero degli allagamenti a Punta della Salute (con esclusione dell'evento alluvionale con tempo di ritorno plurisecolare) mediamente ad 1 evento ogni 5-6 anni per una durata media di 2 h 40' e una altezza massima di 9,1 cm (dati del Centro Maree del Comune di Venezia)."

#### **Le prospettive**

Le documentazioni sin qui avanzate consentono di verificare che le acque alte sono eliminabili per questa fase storica con l'azione congiunta delle difese locali e l'azione di riequilibrio dell'idrodinamica lagunare.

Ma quali sono le prospettive a più lungo termine? L'unica relativa certezza riguarda la subsidenza: se non si autorizzeranno estrazioni di fluidi dal sottosuolo (vedi richieste Agip) e se si metteranno sotto controllo le estrazioni delle acque nella pianura retrostante (che alla lunga potrebbero avere ripercussioni anche sull'area veneziana) nel prossimo secolo l'abbassamento del suolo per subsidenza naturale degli insediamenti lagunari non supererà i 3 o 4 cm.

Grande incertezza vi è invece sulle previsioni di aumento dei livelli del mare.

Le previsioni del Panel intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) rese note nel 1999, sono quanto mai aleatorie: si va da una previsione minima di un aumento sull'ordine di grandezza del secolo trascorso, da 14-17 cm, ad un'ipotesi massima di 94-98 cm (Fig. 3). L'aumento del livello del mare dovrebbe comunque avere un avvio relativamente lento ed una accentuazione nella seconda metà del secolo.

E non è tutto: queste sono ipotetiche medie mondiali, ma i dati sin qui disponibili e pubblicati dal CNRS francese documentano che sono ancor meno prevedibili le evoluzioni delle singole situazioni

regionali che nelle misurazioni dirette dei fenomeni si discostano, e di molto, dalle medie mondiali. In sintesi, tutti gli esperti del settore concordano che per avere dati attendibili occorrerà attendere la misurazione concreta dei fenomeni nelle diverse aree regionali per un ciclo almeno trentennale; nel frattempo si dovrebbe poter anche valutare l'attendibilità delle capacità della gestione mondiale di ridurre effettivamente l'effetto serra (energie rinnovabili, riduzione dei consumi e delle emissioni, passaggio dal petrolio all'idrogeno, ecc).

È per questi motivi (come sottolineavano anche gli ingegneri veneziani alla presentazione del progetto delle "macro-insulae") che le difese locali dalle acque alte e le azioni di riequilibrio lagunare diventano ancor più importanti: possono consentire alla città di eliminare le punte di alta marea in questi primi decenni del secolo senza pregiudicare le scelte future a più lungo termine, per avere il tempo di verificare l'evolversi delle situazioni reali e delle tecnologie disponibili.

Le scelte di lungo periodo dovranno essere valutate con molta attenzione non tanto per gli aspetti economici (costi e benefici degli interventi e della gestione e manutenzione), quanto perché, se le azioni dell'uomo e le evoluzioni delle tecnologie e del clima non fossero veramente in grado di scongiurare un grande aumento del livello del mare, alle future generazioni si imporrebbero decisioni drastiche oggi certamente non programmabili:

- occorrerebbe attuare un sistema di protezione fisso e solo parzialmente mobile per regolare frequentemente e non saltuariamente l'afflusso di marea;
  - la drastica riduzione dei ricambi di acque garantito dal libero afflusso delle maree richiederebbe una altrettanto drastica riduzione degli apporti inquinanti dai territori agricoli, dagli insediamenti industriali e civili e dagli stessi corsi d'acqua e impianti di depurazione;
  - probabilmente le attività industriali e portuali diverrebbero incompatibili e andrebbero riallocate all'esterno dell'ambito lagunare;
  - i sistemi di difesa, drenaggio e gestione delle acque dell'intero territorio costiero dell'Alto Adriatico (già oggi sotto il livello del mare) andrebbero riadeguati.
- Mentre quindi si attuano gli interventi che consentono di salvaguardare la città e la laguna in questa fase storica, Venezia è particolarmente interessata (per garantire il suo futuro) a diventare un centro promotore non secondario delle azioni di riqualificazione ambientale del modo di vivere, produrre e consumare dei paesi sviluppati. La città può candidarsi ad avere un ruolo sia sugli aspetti promozionali culturali, scientifici e politici sia sugli aspetti di attuazione e sperimentazione di nuovi approcci tecnologici e produttivi impiegando in modo intelligente e lungimirante le grandi risorse economiche pubbliche e private che vengono attivate in questo territorio.



*Fondamenta dei Mori, dicembre 2000*