

GALILEO

Rivista di informazione, attualità e cultura degli Ingegneri di Padova
www.collegioingegneripadova.it
Fondata nel 1989

SPECIALE MORANDI
a cura di Patrizia Bernadette Berardi

GENOVA - 28 GIUGNO 2019 - 09:37



Anticollisione



Sistemi di ausilio all'anticollisione dei mezzi di lavoro. Le situazioni di vicinanza tra mezzo e mezzo, tra mezzo e «uomo a terra» e tra carichi sospesi e operatori vengono segnalate in cabina.

Dispositivi di protezione individuale



I caschetti sono integrabili ai sistemi di sicurezza attraverso tag a identificazione univoca dell'operatore. Inoltre è possibile un upgrade di sicurezza che fa vibrare il caschetto in caso di pericolo di collisione con mezzi o di accesso ad aree pericolose (aree interdette, carichi sospesi etc).

Controllo accessi e R.T.L.S (sistemi di localizzazione in tempo reale)



Sistemi *hands free* per il controllo degli accessi alle aree del cantiere, sia pedonali che per veicoli e mezzi pesanti, anche con la verifica di persone a bordo veicolo. Possiamo monitorare in continuo le aree per sapere in ogni momento chi c'è e dove si trova. E' possibile segnalare malori di persone o movimentazione non autorizzata di merci e attrezzature. Come pure transiti od occupazioni non autorizzate di stalli od aree.



Ricciardello Costruzioni, sin dalla sua fondazione nel 1966, progetta e realizza grandi infrastrutture, quali ferrovie, strade, autostrade, porti, aeroporti, edifici civili e industriali, reti di distribuzione, raccolta e trattamento delle acque, conseguendo un elevato know how nella costruzione di grandi strutture: ponti e viadotti in calcestruzzo armato e in acciaio, gallerie, consolidamenti e fondazioni speciali, opere di protezione idraulica e difesa ambientale.

Ha conseguito le certificazioni di settore rilasciate dai seguenti istituti:



Ricciardello Costruzioni S.r.l.

Sede legale:
Via Poli, 29 - 00187 ROMA
Tel.: +39 06 6781331
Fax : +39 06 69292801
web: www.ricciardellocostruzioni.com

Sede Amministrativa:
Loc. Ponte Naso - 98074 NASO (ME)
Tel.: +39 0941 961555/961640
Fax : +39 0941 961600
email: info@ricciardello.com

FOOTBRIDGES
Gezy - Istanbul - Project



BRIDGES
Cavarzere (Ve)



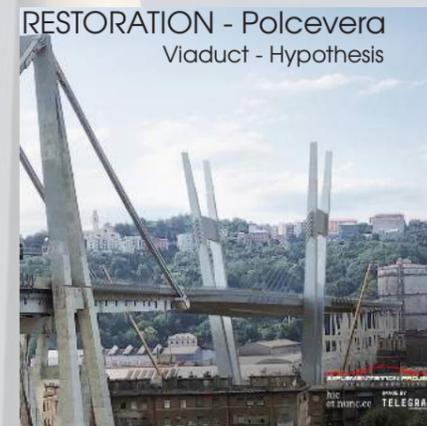
IMPLEMENTATION PROJECTS
STUDIO ASSOCIATO

DISEGNI
PER
REALIZZARE GRANDI IDEE

SPECIAL STRUCTURES
BYLGARI



RESTORATION - Polcevera
Viaduct - Hypothesis



Le nostre attività sono la progettazione di opere infrastrutturali ed edilizie, dal *concept* alla fase esecutiva.

Includono le fasi di valutazione d'impatto ambientale, paesaggistico e culturale.

Sviluppiamo approcci metodologici per l'ottimizzazione di progetti in contesti paesaggisticamente e culturalmente fragili come gli ambiti iscritti nelle World Heritage List dell'UNESCO.

Riconosciamo nel progetto il suo valore di relazione con il contesto fisico e antropologico, quindi nella sua capacità di generare luoghi di fruizione ad elevato valore aggiunto.

OLTRE 15 ANNI DI ESPERIENZA INTERNAZIONALE NEL MONDO DEI PONTI, INGEGNERIA CIVILE, STRUTTURE SPECIALI E VALUTAZIONI AL SERVIZIO DI CLIENTI FINALI, APPALTATORI, ARCHITETTI E INGEGNERI PER REALIZZARE PROGETTI STRAORDINARI E VISIONARI.

SPECIAL STRUCTURES
Spaceship Roller-coaster Station



CHARACTERIZATION ASSESS
Halic Metro Crossing Bridge
Adjustment



FOOTBRIDGES
Rofas (Tv)



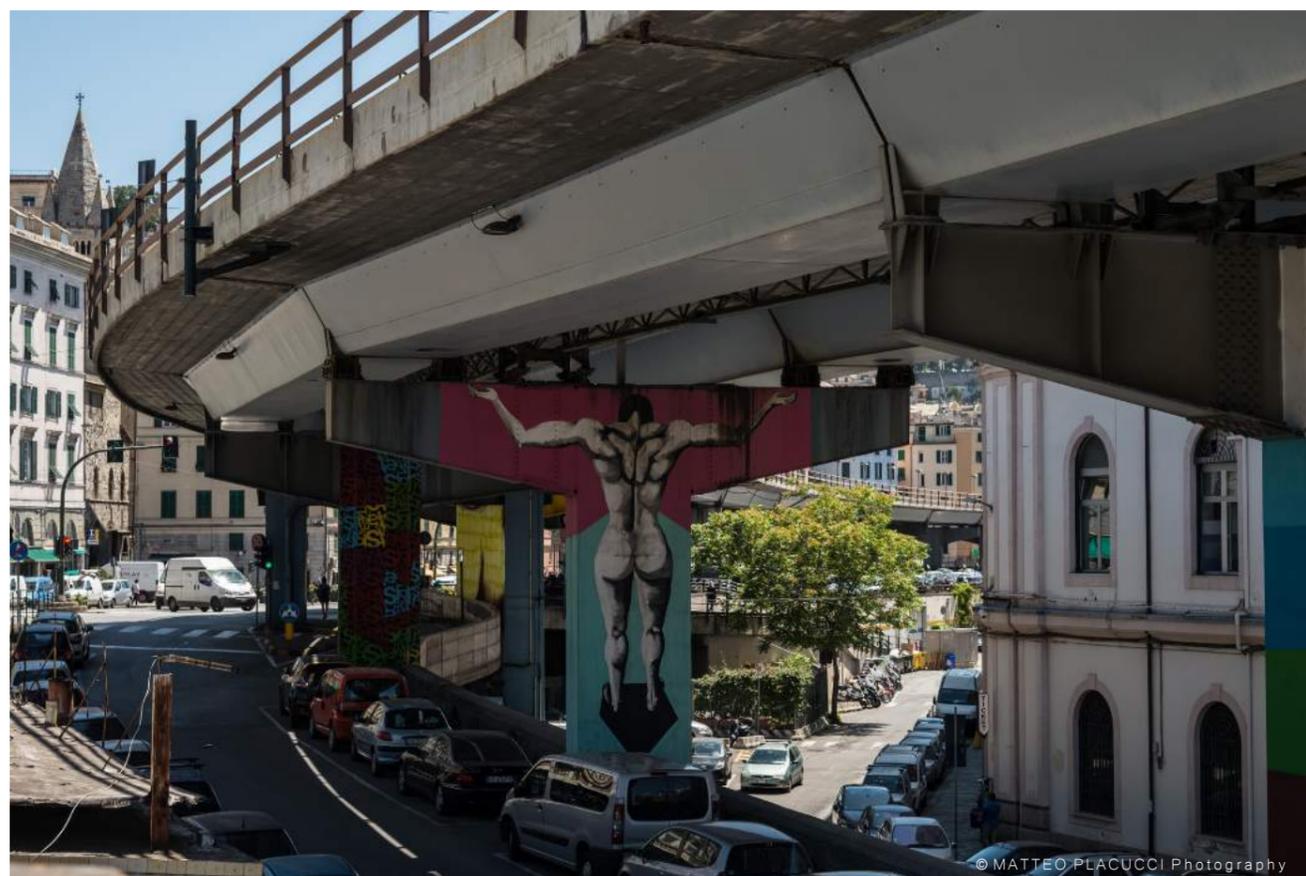
IMPLEMENTATION PROJECTS
STUDIO ASSOCIATO

CONTATTI

Via E. degli Scrovegni, 29 35131 - PADOVA (PD) Italia

+39 049 5462600

info@studioip.it
info@implementationprojects.com
skype: deploymentprojects



Anno XXXII
Speciale Morandi
Supplemento al n. 243

In copertina: esplosione del Ponte Morandi. Foto Matteo Placucci ©

Direttore responsabile Enzo Siviero • **Condirettore** Giuliano Marrella • **Vicedirettori** Pierantonio Barizza, Michele Culatti • **Editore** Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova, Piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova, tel-fax 0498756160, e-mail segreteria@collegioingegneripadova.it, www.collegioingegneripadova.it, P.IVA: 01507860284. **Presidente** Jessica Khoury • **Stampa** Berchet. Ingegneria di stampa - Padova- Via Scrovegni, 27 - 35131 • La rivista è pubblicata on-line nel sito: www.collegioingegneripadova.it • **AutORIZZAZIONE** Tribunale di Padova n. 1118 del 15 marzo 1989 • **Comitato di redazione** Adriano Bisello, Alessia Mangialardo, Valentina Antonucci, Rubina Canesi • **Corrispondente da Roma** Patrizia Bernadette Berardi • **Avvertenze** La Direzione non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni causati da informazioni errate. Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano in alcun modo né l'editore né la redazione • **Tutela della privacy** i nominativi inseriti nella nostra mailing list sono utilizzati esclusivamente per l'invio delle nostre comunicazioni e non sarà ceduto ad altri in virtù del nuovo regolamento UE sulla Privacy N. 2016/679. Qualora non si desidera ricevere in futuro altre informazioni, si può far richiesta all'editore, Collegio degli Ingegneri di Padova, scrivendo a: segreteria@collegioingegneripadova.it

• Norme generali e informazioni per gli autori: Galileo pubblica articoli di ingegneria, architettura, legislazione e normativa tecnica, attualità, redazionali promozionali • **Rivista scientifica** ai fini dell'Abilitazione Scientifica Nazionale per le aree CUN 08 e 11. Referenti Aree CUN Francesca Sciarretta (Area 08), Marco Teti (Area 10), Enrico Landoni e Martina Pantarotto (Area 11), Carlo Alberto Giusti (Area 12)

• **Note autori:** i testi degli articoli forniti in formato digitale non impaginato e privi di immagini devono contenere: titolo dell'articolo; sottotitolo; abstract sintetico; nome e cognome dell'autore/i; titoli accademici/carica/ruolo/affiliazione e eventuale breve Curriculum professionale dell'autore/i (max 60 parole); note a piè di pagina; indicazione nel testo della posizione dell'immagine; bibliografia (eventuale). Didascalie delle immagini in formato digitale con file separato. Per gli articoli il numero orientativo di battute (compresi gli spazi) è circa 15.000 ma può essere concordato. Le immagini, numerate, vanno fornite in file singoli separati dal testo in .jpg con definizione 300 dpi con base 21 cm; non coperte da Copyright, con libera licenza o diversamente, accompagnate da liberatoria e in ogni caso con citazione della fonte. **Trasmissione:** gli articoli vanno trasmessi michele_culatti@fastwebnet.it e a enzo.siviero@esap.it e se il materiale supera i 10MB si chiede di trasmetterlo agli stessi indirizzi con strumenti di trasmissione telematica che consentano il download di file di grandi dimensioni. Le bozze di stampa vanno confermate entro tre giorni dall'invio. L'approvazione per la stampa spetta al Direttore che si riserva la facoltà di modificare il testo nella forma per uniformarlo alle caratteristiche e agli scopi della Rivista dandone informazione all'Autore. La proprietà letteraria e la responsabilità sono dell'Autore. Gli articoli accettati sono pubblicati gratuitamente.

• **Iscrizione annuale** al Collegio, aperta anche ai non ingegneri: 10,00 € per gli studenti di Ingegneria, 20,00 € per i colleghi fino a 35 anni di età e 35,00 € per tutti gli altri. Il pagamento può essere effettuato con bonifico sul c/c IBAN IT86J076011210000010766350 o in contanti in segreteria.

SPECIALE MORANDI

Contenuti

Un Dibattito con...
Enzo Siviero, Cesare Prevedini,
Fabrizio Averardi, Vito Segantini
e con una nota finale di **Antonio La Tegola** 10

La distruzione di un luogo
Maurizio Morandi 12

Editoriale
DA MORANDI A MORANDI
un dialogo negato
Enzo Siviero 14

Note del Curatore
Dialogo di un cavallo e di un bue
(Giacomo Leopardi)
Patrizia Bernadette Berardi 15

Enzo Siviero
Convegno del 22 Gennaio
a Palermo Storia di un ponte
Il Viadotto Polcevera di Genova
Sandra Guddo 18

Ponte Morandi: mainstream,
ingegneria sociale e
fabbrica del consenso
Enrico Pietra 20

Ponte Morandi, cosa sappiamo
a un anno e mezzo dal crollo
Enrico Pietra 23

Lettere ai Commissari di Genova
per bilanciamento Ponte Morandi
Marcello Arici 24



14 AGOSTO 2018: IPOTESI DI CROLLO -

Grafici Sismici Antony Lomax	27
Analisi di un delitto perpetrato a Genova il 14 agosto 2018 (Demolizione programmata del Ponte Morandi) Vito Segantini	28
Cinematica di un crollo Carmelo Russo	44
Il viadotto sul Polcevera a Genova Dall'elogio dell'inaugurazione all'oltraggio della demolizione Alessandro Pignagnoli	54
Considerazioni sul collasso della struttura Luciano Belli Laura	60
14 Agosto 2018 Giovanna Nicoletta Delbuono	64
Considerazioni su un crollo anomalo Carmelo Majorana	69
Teorie Plausibili "Sulle cause che hanno provocato il crollo del pilone n. 9 del ponte Morandi di Genova, il 14 Agosto 2018" Luigi Maglioli	71

APPROFONDIMENTI -

Il ponte è nudo La caduta del Ponte Morandi a Genova Sergio Los	74
Il Ponte Morandi La struttura che lo sostituisce ed i ponti strallati Cesare Prevedini	77
Sulla efficacia del monitoraggio del comportamento dinamico dei ponti Settimo Martinello	79
Comportamento dei tiranti in calcestruzzo precompresso nelle strutture strallate Antonio La Tegola	84
Il Ponte sul Polcevera: riflessioni un anno dopo Mario de Miranda	85
Alcune considerazioni su Riccardo Morandi geniale progettista e straordinario divulgatore Michele Contaldo	87
Un "piccolo" contributo al "grande" Riccardo Morandi Matteo Felitti	90
Note a margine del Ponte Morandi Giorgio Gianighian	100
Morandi un ingegno italiano Bia Lucido	103
La complicata storia del bypass da casello a casello Genova aeroporto-Genova Ovest Marika Cassimatis, per Base Costituzionale	105
Mitigazione del disagio creato dal cantiere del Ponte Morandi in Valpolcevera, Genova Marika Cassimatis, per Progetto Genova	107

**ASPETTI GIURIDICI E DEONTOLOGICI -**

Il "Ponte Morandi" Alfa o Omega di un territorio? Massimo A. Chiocca	111
La costruzione e la distruzione. Il giudice e il sapere scientifico Maria Beatrice Magro	114
L'obbligo deontologico dell'ingegnere: comunicare con parole precise e con consapevolezza di fatti e circostanze Pasquale Stella Brienza	116
Ricostruzione del Viadotto Valpolcevera Simon Pietro Salini, per Salc S.p.a.	137

PORTFOLIO D'AUTORE -

L'OMBRA che MANCA Genova un anno dopo di Matteo Placucci	140
---	-----

**TUTELA DELLA SALUTE -**

Diritto alla salute Costituzione art. 32 Patrizia Bernadette Berardi	119
Ponte Morandi, ingegneri, epidemiologi e ponti per la salute Valerio Gennaro	122
Un futuro per la Valpolcevera Comitato Liberi Cittadini di Certosa	124
Appello al Sindaco Marco Bucci I Comitati: Gruppo del verde Valtorbella Comitato Spontaneo Borzoli-Fegino Comitato Rivarolo Comitato Liberi Cittadini di Certosa	126
Costruire un altro futuro Il Comitato Liberi Cittadini di Certosa	127
Programma tutela dei cittadini di Valpolcevera (lettera ai comitati della Valpolcevera) Osservatorio Nazionale sull'Amianto	128
In difesa degli abitanti di Borzoli e Fegino dalle emissioni tossiche di idrocarburi Antonella Marras presidente "Comitato spontaneo cittadini Borzoli e Fegino"	134

Un Dibattito con...

**Enzo Siviero, Cesare Prevedini, Fabrizio Averardi, Vito Segantini
e con una nota finale di Antonio La Tegola**

ES. Cari amici, ho già espresso pubblicamente il mio pensiero sul nuovo ponte. Ma di quale sobrietà si parla? Un ponte che costa come il ben più impegnativo Ponte di Millau in Francia, capolavoro acclarato del grande progettista Michel Virlogeux, con un "tocco" (ma solo quello, non certo l'intero progetto come viene attribuito dai media) di Norman Foster! Almeno fosse stato accettato il suggerimento del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Ovvero di portare l'intero viadotto a campate plurime tutte di 100 m di luce! Il risultato sarebbe stato di ben altra portata! Il nuovo ponte sarà una barriera fisica, quasi una diga paesaggisticamente molto discutibile. Senza dimenticare che è traslato di una ventina di metri rispetto al sedime iniziale, dovendosi così realizzare tutte le fondazioni ex novo, con ulteriore aggravio di costi. E come non ricordare invece le tante soluzioni proposte dagli imprenditori italiani in una "gara" promossa dal Commissario vinta da Fincantieri come peraltro già si poteva intuire viste le prime dichiarazioni ufficiali? In primis il progetto Cimolai molto più bello e molto meno costoso, inizialmente dichiarato vincitore salvo la "marcia indietro" a seguito del dictat governativo! Ma anche il progetto ASPI (la sola titolata ad intervenire tempestivamente secondo legge, altro tema già oggetto di contenzioso legale) che tra l'altro prevedeva luci di 150 metri con utilizzo di gran parte delle fondazioni esistenti, un costo di 150 milioni e un tempo di realizzazione di soli 11 mesi! Se poi si volesse confrontare l'idea iniziale proposta (in tempi stranamente rapidi) nel "famoso" plastico, con il risultato finale, (passando dal sopracitato progetto ASPI prontamente rigettato dal ministro Toninelli come irricevibile in quanto "targato" Autostrade) e le vicissitudini progettuali (terza e ultima versione) con le numerose modifiche richieste dal soggetto validatore... Che giudichino coloro che "sanno"!

CP. Queste, caro Enzo, sono parole sante! Di fronte alla tragedia si è dimenticato, ancora una volta il concetto di responsabilità. La responsabilità in questo caso è privata, ma anche collettiva. Io non voglio discutere le convinzioni personali di alcuni protagonisti, ma che ci sia stato qualche gravissimo errore mi sembra palese. Il problema degli ingegneri non è "trovare l'untore", ma evitare che questi errori si possano ripetere. Invece la responsabilità collettiva è stata grave ed è stato, soprattutto, visto l'alto livello della nostra ingegneria e del fatto comunque che siamo parte della Unione Europea, che non sia stato indetto un concorso di idee. La presa di posizione di Renzo Piano, uscito subito dopo l'evento disastroso con giudizi perentori ed assoluti, tipo quello sulla durata millenaria dei ponti, ma soprattutto con una proposta di ponte alternativo, in acciaio e con luci assai modeste, proposta veramente non interessante, ma, chissà perché?, immediatamente sposata dal Commissario, ha chiuso ogni possibilità di trasparenza. La trasparenza sarebbe stata più che mai necessaria in quel drammatico momento. Di fatto è stato impedito ogni dibattito tecnico e soprattutto che altre proposte potessero liberamente esprimersi. Il progetto di Piano ha chiaramente coperto una operazione molto discutibile, conclusasi con la demolizione e con quel prezzo assurdo di aggiudicazione. Vorrei infine aggiungere un commento personale sui ponti di Morandi 'Quando ero un giovane ingegnere lavoravo con Amedeo Gervaso, che era un grande progettista, anche se non aveva il dono dell'inventiva come gli eccelsi. Amedeo non apprezzava quei progetti: non gli piacevano le Gerber e fece sempre di tutto per far passare i ponti iperstatici, che allora erano ostacolati, anche all'Alpina, dove era consulente. Criticava anche l'ipotetico rischio di dissimetria del ponte, nell'ipotesi di crollo della campata intermedia, il cui carico pensava fosse fondamentale per l'equilibrio generale dello schema statico. Io credo che esagerasse: forse era l'antipatia per le soluzioni complicate di un progettista che amava le soluzioni lineari. In realtà io credo, soprattutto dopo aver visto la foto del colossale ponte strallato in Colombia, di fianco al precedente di Morandi, che la soluzione di Morandi, che strallata comunque non è, assomigli più ad un ponte estradossato. Sarebbe credo utile alla chiarezza del dibattito, mettere in evidenza che i Morandi non sono ponti strallati. Che ne pensi?

ES. Che il ponte a cavalletto di Morandi sia un "quasi" estradossato e non uno strallato, mi trova concorde! Anzi l'ho già dichiarato pubblicamente e per iscritto oltre ad averlo segnalato nella relazione a corredo della nostra ipotesi progettuale iniziale di "sutura della ferita" che tra l'altro aveva riscosso un gradimento

Un Dibattito con...

**Enzo Siviero, Cesare Prevedini, Fabrizio Averardi, Vito Segantini
e con una nota finale di Antonio La Tegola**

generale (ma ovviamente mai considerato come tutti gli altri progetti presentati) dal Commissario.

FA. Sono d'accordo praticamente su tutto quello che avete scritto. Da un punto di vista tecnico, aggiungo solo che, a mio avviso, la considerazione sull'estradosato è valida solamente dal lato prettamente estetico. Gli stralli concepiti da Morandi sono infatti stralli a tutti gli effetti da considerarsi essenzialmente come appoggi elastici dell'impalcato. Nei moderni estradosati l'effetto di compressione dell'impalcato è invece preponderante.

ES. In effetti l'idea di Morandi è un Unicum nella storia dei ponti. Figlio del suo tempo e della indiscussa genialità dell'Uomo, forse troppo avanti rispetto alla realtà dell'epoca. Del resto si era ancora soggetti a un certo pionierismo, sull'uso del precompresso. Non va infatti dimenticato che questa tecnologia era allora ancora "sotto tutela" della apposita commissione ministeriale. Ricordo che proprio recentemente Tonino La Tegola mi raccontava, come membro giovane di quella commissione, che Morandi stesso faticò non poco per ottenere il via libera sul Polcevera, non senza qualche perplessità di alcuni componenti della commissione stessa. Ma alla fine il progetto fu definitivamente approvato. Se poi in fase esecutiva vi furono manchevolezze o sottovalutazioni della oggettiva complessità delle diverse fasi costruttive, la commissione di collaudo, tutt'altro che benevola, sicuramente le aveva segnalate come condizione per l'emissione del relativo certificato. Ancora una mia (ma non solo mia...) curiosità.

ES. Cosa pensate circa l'incendio sulla pila 13 del 31 Dicembre 2019?

VS. È passata sui TG la notizia che alle 5.30 del mattino del 31 Dicembre 2019 in sommità al pilone 13 del costruendo viadotto sul Polcevera si è sviluppato un incendio, dovuto all'uso di un flessibile (smerigliatrice angolare) e le scintille prodotte avrebbero bruciato del polistirolo e/o un cassero, innescando un incendio. Ma come?

- 1. Avete mai visto tagliare un ferro con un flessibile e causare l'incendio di un pannello multistrato di un cassero?*
- 2. Oppure avete mai usato del polistirolo con funzione di cassero ove poi gettare il calcestruzzo?*
- 3. Avete mai usato un flessibile con produzione di scintille in prossimità di un pannello di polistirolo-poliuretano?*

Nel primo caso attizzare il fuoco su un pannello multistrato da cassero è un'impresa molto difficile, ci vorrebbe un cannello con fiamma ossidrica ed il fuoco ottenuto sarebbe un fuocherello con la carbonizzazione di una modesta superficie, facilmente spegnibile. Nel secondo caso la possibilità di usare del polistirolo-poliuretano a formazione di un cassero da ponte è pura fantasia (cadrebbe immediatamente al momento del getto di calcestruzzo). Nel terzo caso, anche ammessa la presenza di pannelli di poliuretano-polistirolo, essi sottoposti a scintille non bruciano, ma producono un fumo nero, altamente tossico, senza fiamma. Invece i video pubblicati mostrano fiamme altissime, chiare e con poco fumo, a somiglianza di un fuoco pirotecnico: possibile? Che materiale era depositato in cima al pilone? Le giustificazioni addotte dai media sembrano ridicole, se non tragicomiche.

Forse il pilone ha preso fuoco per altri motivi, probabilmente per giustificare il ritardo nella realizzazione del viadotto.

Infine un'interessante osservazione di Antonio La Tegola a me indirizzata.

"Caro Enzo. Facendo seguito alle previsioni, i politici prendono le decisioni di loro convenienza. Quindi mi dispiace per il tuo giusto impegno. Il ponte Morandi era una invenzione per quei tempi, non so quanti super esperti hanno compreso che il calcestruzzo dei tiranti non aveva la protezione delle armature ma una funzione statica. A quei tempi, quando ho conosciuto Morandi, frequentavo il Prof. Krall.

Krall era del parere che con la precompressione si fanno strutture anomale: sono sempre sottostress e aspettano di essere sollecitate per rilassarsi, però senza esagerare...."•

La distruzione di un luogo

Maurizio Morandi

È con molto piacere che ho accolto l'invito fattomi da Enzo Siviero ad intervenire in questa pubblicazione. Si tratta di una pubblicazione prestigiosa che continua a ricordare la figura di mio padre Riccardo Morandi: ringrazio quindi Enzo e tutti coloro che hanno collaborato a questa iniziativa. Con questo breve intervento mi vorrei soffermare su un argomento specifico: la demolizione del ponte e il significato che questo evento ha e in particolare ha avuto per me.

È passato un anno e mezzo dal crollo del ponte sul Polcevera, nominato ufficialmente Ponte Morandi dopo il crollo stesso. Di fronte al problema di come ripristinare l'attraversamento della valle si erano presentate due ipotesi: restaurare il ponte Morandi ricostruendo la parte che era crollata e mantenendo le parti che non erano state investite dal crollo opportunamente verificate e rinforzate; demolire completamente il viadotto preesistente e costruire un nuovo ponte. Come sappiamo ha prevalso questa seconda ipotesi, già proposta fin dai primi giorni dopo il crollo attraverso un plastico presentato da Renzo Piano: sono così cominciate le opere di demolizione di tutto ciò che rimaneva del vecchio ponte ed è iniziata la realizzazione del ponte-passeggiata di quel progetto. Della demolizione si è parlato in termini tecnici (difficoltà strutturali che imponevano particolari attrezzature e particolari competenze, l'interruzione del traffico ferroviario, lo smaltimento dei materiali demoliti ecc.).

Quello di cui non si è mai parlato nell'ambito della discussione sul rifacimento del ponte è stato il significato di quell'evento definitivo: cosa voleva dire demolire interamente un'opera di quella importanza culturale, tecnica, storica e scientifica? Con la demolizione, così come è stata condotta, si è eliminata qualsiasi traccia del ponte, qualsiasi segno sul territorio che consentisse di ricordarne la memoria. Come è stato detto più volte il ponte sul Polcevera, con l'immagine delle sue soluzioni tecnologiche allora d'avanguardia e con quella della valle industrializzata che aveva qualificato, aveva configurato un luogo, un luogo riconoscibile, un luogo che definiva la conformazione di una parte di Genova. Ha costituito un'immagine identitaria per i genovesi. L'immagine era data ovviamente da tutto il ponte e dal suo ruolo di collegamento per la città. C'era anche però una valenza iconica data dalla sua struttura, dalla forma dei suoi pilastri, da alcuni elementi che lo

collegavano al territorio: penso alla rampa di accesso circolare formata da una soletta sottile retta da pilastri particolarmente esili. Questi elementi non sono crollati e non sono stati valutati in pericolo di crollo. Con la demolizione totale saranno eliminati e con essi qualsiasi traccia della configurazione architettonica del ponte e della memoria di questo luogo. Mantenere la memoria del ponte e del luogo costruitosi attorno al ponte è quanto si proponeva quel gruppo di progettisti, tecnici, intellettuali e organizzazioni culturali che per più di un anno hanno dimostrato la validità di altre strade per la ricostruzione dell'attraversamento della val Polcevera. Sono stati così proposti progetti che indicavano diverse soluzioni per il rifacimento della parte crollata del ponte e contemporaneamente il mantenimento, attraverso il restauro, di quelle strutture del ponte che non erano state danneggiate e restituivano la memoria con parte dell'immagine del ponte Morandi.

Questo ponte poteva essere destinato percorrenze diverse finalizzate alla fruizione dell'ambiente: un percorso pedonale, una pista ciclabile, una serie di piccole piazzole dalle quali affacciarsi sulla valle. Poteva ugualmente permanere una percorrenza automobilistica con un traffico lento e limitato. Su questa ipotesi si sono misurati più progettisti che hanno proposto soluzioni strutturali interessanti caratterizzate da un'immagine architettonica di qualità. Anche il progetto di un nuovo ponte poteva seguire un tracciato che lasciasse in piedi alcuni elementi architettonici del ponte Morandi: il grande pilone, la rampa di accesso, i cavalletti minori, il pilone realizzato tra le case. Erano elementi forieri di soluzioni tecniche di avanguardia e di tipologie progettuali che definivano appunto sia il luogo che la figura di progettista di Riccardo Morandi. La presenza di questi elementi, opportunamente valorizzati, poteva conferire alla val Polcevera il valore di parco archeologico industriale. La scelta di voler cancellare la memoria del ponte e del luogo che il ponte aveva configurato, porta con sé un altro aspetto che mi colpisce personalmente: la volontà, non so se consapevole, di cancellare la figura di Riccardo Morandi dalla storia del territorio di Genova. Il viadotto sul Polcevera è stato per mio padre uno dei progetti più significativi della sua vita. L'immagine di quel ponte è presente in tutta la storia dei ponti del XX secolo. Era quindi un segno territoriale importantissimo che resterà impresso per molti anni a chiunque sia passato prima del 14 agosto 2018 sulla valle del Polcevera. E pure se ne è voluta cancellare la memoria, insieme alla memoria del suo progettista che, come è emerso immediatamente malgrado qualche tentativo di personaggi squallidi e incompetenti, non aveva alcuna responsabilità nel crollo del ponte. Nelle varie presentazioni del nuovo ponte e in occasione della demolizione del ponte preesistente non si è mai fatto riferimento al ruolo che il ponte Morandi aveva avuto nella storia dell'architettura e dell'ingegneria civile del

XX secolo né nel configurare la valle del Polcevera. Lo stesso Renzo Piano, nelle sue numerose interviste, non ha mai ricordato che realizzava un ponte in un luogo segnato per tanti anni dalla presenza di uno dei ponti più belli e famosi progettati da Riccardo Morandi. È evidente che il ricordo del ponte è per molte persone segnato dal lutto e dalla tragedia. Riconoscerne però

la qualità artistica – si trattava veramente di un'opera di land art - e mantenerne i segni con nuove attribuzioni funzionali avrebbe potuto aggiungere il valore della memoria storica alla forma complessiva di questo luogo, mutevole nel tempo come ogni cosa. •



Riccardo Morandi con alcuni collaboratori



Maurizio Morandi. (1940) professore ordinario di Urbanistica in pensione vive e lavora a Roma e Firenze. Laureato in ingegneria edile a Roma La Sapienza e Libero docente in architettura e composizione architettonica, ha insegnato nella Facoltà di ingegneria di Trieste, nella Facoltà di architettura di Pescara, nella Post Graduation in Urbanistica presso l'Ecole Polytechnique di Algeri e nella Facoltà di architettura di Firenze, dove ha insegnato Analisi dei sistemi urbani e Urbanistica dal 1994 al 2013. Oltre alle numerose ricerche su diversi territori e città si è, negli ultimi anni, concentrato sul progetto urbano. Tra i libri pubblicati si ricordano: *L'architetto. Origini e trasformazioni di un ruolo*. CLUET 1978; *Una trasformazione inconsapevole. Progetti per l'Abruzzo adriatico 1922-1942*. Gangemi 1992; *La città vissuta*. ALinea 1996; *Città e territorio: elementi di analisi*. Alinea 1998; *Progettare una strada, Progettare la città. La via Emilia a Modena*. ALinea 2003; *Fare centro*. Meltemi 2004; *Materiali per il progetto urbano* EdA n. 5 2008. Negli ultimi anni ha organizzato convegni, pubblicato saggi e curato due volumi sulla diffusione insediativa, individuata come ambito urbanistico sul quale impostare progetti di riqualificazione ambientale: *La città fuori dalla città*. INU Edizioni 2012, *Paesaggi in mutamento*. Franco Angeli 2013.

DA MORANDI A MORANDI un dialogo negato

Enzo Siviero

In questi mesi più di qualche collega mi ha chiesto il perché di tante energie profuse per una battaglia persa. La mia risposta è stata che lo faccio per amore della verità. E alzare una voce sul colpevole silenzio generale, anche della nostra categoria. Per non parlare poi dei media tutti appiattiti sull'unico binario viva il nuovo ponte che "durerà mille anni" e sarà la rinascita di GENOVA. Non commento ulteriormente. L'ho fatto in ogni sede possibile a livello nazionale e internazionale. Sarà la storia a giudicare. E, (forse...) la magistratura. Poco importa ormai.

Ma un'ulteriore riflessione mi sia consentita. Utilizzare il "metodo Genova" come rimedio per le storture procedurali di una burocrazia asfissiante da estendere a tutta Italia non è davvero accettabile. E tutti zitti. A Genova hanno agito con risorse illimitate, senza alcuna vera competizione, né per il progetto né per la sua realizzazione. In deroga a tutto e tutti. Ignorando persino il voto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. E ora superando pure le disposizioni Coronavirus. Ciò che vale per i comuni mortali almeno in termini di salute non può essere applicato a Genova? Tutti silenti. Noi no!

Quel che è certo è che il comune impegno per salvare il Polcevera di Morandi non ha sortito gli esiti sperati. Ma, almeno così sembra, siamo riusciti nel tentativo di salvare la fama del più grande progettista italiano del '900. In questo siamo anche gratificati dal saluto che Maurizio Morandi ci ha riservato, dove con una sensibilità e una delicatezza senza pari ci ricorda chi era il padre e il significato iconico del Polcevera. Tuttavia, a me sembra, che indirettamente si ponga nello sfondo, e in modo assai garbato, una questione di metodo. Può una decisione "politica", senza alcun fondamento tecnico economico e perfino giuridico, prevaricare la cultura, la storia e la fama di un geniale ingegnere osannato in tutto il mondo? L'affermazione che i genovesi non volevano più vedere il Polcevera di Morandi, in quanto ricordo della tragedia, lascia basiti! E ora che i ritardi nell'ultimazione dei lavori sono palesi, come fin da subito ogni tecnico aveva già affermato, si troveranno mille giustificazioni. I genovesi, come noto, potevano percorrere l'opera già lo scorso anno se si fosse adottata la linea più logica della ricostruzione parziale e sistemazione totale dell'intera opera, con costi di gran lunga inferiori pur nel rispetto sostanziale del decreto, ma così non è stato! AMEN.

Ma tornando a noi, molto abbiamo già raccolto su GALILEO 239 lo scorso 14 agosto 2019 a un anno dalla tragedia. Ora a 18 mesi il quadro offerto ai nostri lettori è di tipo prevalentemente tecnico giuridico. Vorrei ringraziare i tanti colleghi che continuano a condividere questo impegno etico, e in particolare

gli architetti Patrizia Bernadette Berardi e Michele Culatti per il loro straordinario impegno per la migliore riuscita di questo "documento di verità". Ai nostri lettori l'invito a farci pervenire i loro commenti che pubblicheremo nei numeri a venire. Il dibattito continua. •

I collaboratori a questo numero



Patrizia Bernadette Berardi. Architetto, con approfondimenti post laurea in Urbanistica, svolgo l'attività sia nel settore pubblico che privato. Appassionata di arte, ha allestito le mostre dello scultore Tommaso Gismondi e del pittore Rodolfo Zito a New York. In architettura ha seguito i concetti di Louis Kahn, Mies van der Rohe, ed Oscar Niemeyer, condividendone il pensiero che "l'architettura è invenzione. Il resto è ripetizione e non interessa". Dal 1983/85 ha vissuto nello Yemen del Nord, facendo parte della Missione Archeologica del prof. Alessandro De Maigret. Scrive sull'architettura in genere, sul riuso, sui cambiamenti, sui dialoghi, esamina ed approfondisce i fenomeni della realtà documentandoli anche attraverso la fotografia.



Michele Culatti. Architetto. Professore a contratto in Tecnica e Pianificazione Urbanistica e Tutela e Sviluppo delle Infrastrutture (SSD ICAR/20) presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università Telematica eCampus. Ha conseguito nel 2009 il dottorato in Ingegneria delle Strutture presso la Facoltà di Ingegneria degli Studi di Trento con una tesi dal titolo "Approccio metodologico per la determinazione della qualità concettuale delle opere infrastrutturali viarie". Lavora in ambito professionale per la valutazione dell'impatto paesaggistico-culturale del costruito. Da alcuni anni osserva in modo critico la normativa sull'impatto paesaggistico evidenziando la necessità di revisionare l'approccio valutativo in base all'evoluzione delle definizioni di paesaggio. Tra le sue pubblicazioni: *Bridgescaping- I ponti del paesaggio*, Aracne Editrice, Roma, 2018.

Dialogo di un cavallo e di un bue (Giacomo Leopardi)

Patrizia Bernadette Berardi

Esordisce con un dibattito il numero Speciale di Galileo, su un tema che non ha ancora trovato una motivazione, una spiegazione certa sulle cause del crollo del Ponte sul Polcevera. Isaac Newton definiva "la verità la sua migliore amica".

Molti degli autori di questo magazine, avevano già, a suo tempo (agosto 2018) espresso e valutato delle ipotesi, attraverso il confronto tra la documentazione depositata presso l'Archivio Centrale dello Stato di Roma, relativa al progetto di Riccardo Morandi e da quanto affermato e divulgato pubblicamente, fin dall'immediato da "figure" di pubblico dominio senza cognizione di causa.

Insinuare che quanto accaduto è stato causato da un errore progettuale, diffondendo, a dimostrazione di tale affermazione, fotografie e filmati, sostenuti e favoriti da interviste televisive di professionisti "sedicenti" collaboratori di Riccardo Morandi, ci hanno spinti ad affrontare le analisi, tesi e considerazioni contenute nella rivista, a dimostrazione che ci sono diverse ipotesi (e non una soltanto) relative a quanto avvenuto.

Contro ogni regola di buonsenso e logica non si sono voluti compiere i dovuti approfondimenti, azzardo per "mancanza di capacità" rimanendo tale la mia opinione, al fine di ottenere dei risultati, eppure: non è un fatto nuovo lo studio della cinematica eseguito da Carmelo Russo, o l'esame del grafico di un evento sismico e neanche le analisi chimiche da effettuarsi sui reperti anneriti suggerite da Vito Segantini che non riesce a rassegnarsi al fatto che non siano mai state eseguite.

Le immagini delle macerie carbonizzate, la rotazione di un tratto dell'impalcato, il confronto delle immagini dei sismografi rilevate il 14 agosto 2018 ed il 28 giugno 2018 da Antony Lomax, alimentano i dubbi che vogliamo condividere con la speranza di diminuire le incertezze.

L'espressione che ci preme abolire, in questo contesto è la parola "inutile", troppe volte utilizzata in questa circostanza, e mi riferisco alla frase di Oliviero Toscani, fotografo, durante l'intervista radiofonica rilasciata a RaiRadio1 del 3 febbraio 2020, che voglio sottolineare per la sua bussagine

"... **ma a chi interessa che caschi un ponte, smettiamola**", analoga alla frase di Antonino Sergio Gambino, consigliere comunale a Genova "se non hai più il pane duro per i piccioni, se la tv non funziona e non sai cosa fare per ammazzare il tempo, puoi partecipare al convegno più inutile mai organizzato"; quanto sopra poteva essere un frammento del "Dialogo di un cavallo e di un bue" di Giacomo Leopardi.

Molti di voi la ricorderanno perché l'avevo già pubblicata sul Galileo 239 e, non posso fare a meno di dimenticarla.

Tuttavia, nonostante cresca l'indignazione, (solo apparente), vediamo la foto di Oliviero Toscani unita alla immagine del crollo del ponte Morandi del 14 agosto 2018, come fosse stato una vittima di quella tragedia.

Tutti i quotidiani hanno dedicato la prima pagina a quanto accaduto, focalizzando la questione in maniera distorta, con il risultato che, tutto sommato, Toscani ha ragione.

Eppure...Vittorio Sgarbi, il 9 settembre 2018, scriveva sul

Giornale, se era veramente necessario demolire quel che restava del ponte Morandi, a seguito di una conversazione telefonica con l'arch. Luca Zevi presidente INARCH Lazio.

"Dall'abbattimento del ponte uscirebbero due errori" scrive Sgarbi, riportando lo scambio di idee con Zevi, "la cancellazione di un episodio storicamente rilevabile e la ricostruzione del nuovo ponte nello stesso luogo...L'impresa avveniristica di Morandi non è ripetibile...resta l'idea, forte, innovativa, che non va cancellata con un'insensata, inutile, fastidiosa demolizione" (www.ilgiornale.it).

Ugualmente, la rivista "Strade" in un articolo di Francesco Gastaldi del 10 settembre 2018, metteva in luce gli effetti di natura mediatica degli eventi che avevano visto presente Renzo Piano, domandando(si) se sono davvero utili le archistar.

In effetti l'arch. Piano aveva presentato la sua idea di ponte e la visione di Genova personalmente, durante l'apertura del Festival della Comunicazione a Camogli (6 settembre 2018), nella sua Lectio Magistralis, davanti ad un pubblico di 500 persone; ed anche il giorno successivo, 7 settembre, il progetto del nuovo ponte fu presentato dall'arch. Piano, alla Regione Liguria, ove parteciparono Regione, Comune, Società Autostrade per l'Italia e Fincantieri (www.vita.it).

Vi segnalo anche due precedenti articoli, pubblicati su "Strade" del 16 agosto 2018 "Ponte Morandi, il simbolo dell'Italia del boom", sempre di Gastaldi e del 27.8.2018, "Ponte Morandi, gli alibi italiani e la normativa europea" a firma di Benedetta Dentamaro; la rivista deve il suo nome "all'unione tra diverse agorà, le quali senza una strada che le colleghi sarebbero semplici spazi d'incontro di comunità isolate" (www.stradeonline.it).

Una ulteriore analisi, alla domanda che si sono posti Francesco Karrer, Tullia Iori e Roberto Realfonzo, se il ripristino del Ponte Morandi poteva essere una soluzione rapida e sostenibile, è stata pubblicata su "Il Sole 24 ore" del 11 ottobre 2018, ove si proponeva di non scartare a priori la fattibilità del ripristino del ponte.

Ancora, il 14 dicembre 2018, Sergio Bettini e Matteo Grilli, pubblicavano su "Il Foglio" quanto segue: "malgrado il rapporto emesso dalla commissione **non contempli la demolizione della struttura, il Ministro dei Trasporti, i presidente della Regione Liguria, e il sindaco di Genova nominato commissario alla ricostruzione, hanno deciso invece di procedere all'abbattimento per realizzare un nuovo ponte**" (www.ilfoglio.it/economia).

Potrei scrivere ancora a lungo sulla questione e sui maggiori costi rispetto alla media dell'opera, ed sui tempi di realizzazione, che slittano continuamente

anche, se il termine ultimo stabilito nel contratto è indicato per il 15 aprile 2020, termine oltre il quale “dovrebbero” (?) scattare le penali previste pari al 10% dell'appalto, circa 20 milioni di euro (www.ilsecoloxix.it) ma lo faremo in seguito.

Oltre al termine da abolire “**inutile**” aggiungo il termine “**ignorare**”.

Riccardo Morandi è stato “ignorato” dal nostro presidente CNAPPC Giuseppe Cappochin che ha, invece, elogiato la scelta di Renzo Piano per la costruzione del nuovo ponte, in un periodo nel quale poteva essere “agevole” attribuire degli errori progettuali per l'approvazione della demolizione totale del viadotto; in pratica nulla in difesa di Riccardo Morandi, anche da parte dell'attuale progettista, fino a tempi recenti, quando era ormai tutto stabilito e da quando molti di noi professionisti ci siamo risentiti contro la iniquità per l'osservanza delle più elementari norme di deontologia che tanto ci trasmettono.

La mia critica deriva dal fatto che, sia Giuseppe Cappochin che Renzo Piano hanno sempre sostenuto che la rigenerazione urbana è l'obiettivo da raggiungere attraverso i concorsi di progettazione per garantire qualità e trasparenza e che la demolizione deve essere l'ultimo atto da eseguire prima di un attento esame di conservazione di un bene; “*promuovere il Ri.u.so.*” fu la dichiarazione del nuovo presidente del Consiglio Nazionale, appena eletto (vedi CNAPPC notizie),

“Spazio ai concorsi di progettazione (non di idee)” fu uno dei temi trattati durante il VIII Congresso Architetti a Roma, confermato dall'arch. Cappochin, anche il 27 febbraio 2019 durante l'evento “Progettare insieme il futuro del nostro paese. Il Lazio incontra la Basilicata e la Puglia” al quale ero presente.

Ma la mia amarezza si è dissolta nel leggere le parole dell'arch. Santiago Calatrava, durante l'audizione del 11 dicembre 2018, presso l'Ufficio del Commissario Straordinario per la ricostruzione del ponte Polcevera, che ricordò una lezione di Morandi alla quale ebbe l'opportunità di partecipare quando era studente al Politecnico di Zurigo, concludendo che i ponti potevano essere approcciati con una filosofia di tipo innovativo (Nervi, Morandi, Musumeci).

Santiago Calatrava, spagnolo, è intervenuto personalmente, ad illustrare tutte le fasi del suo progetto con una esposizione completa delle soluzioni architettoniche richiamando l'ingegno di Riccardo Morandi; nessun riferimento, invece, dal Gruppo Salini Impregilo spa, Fincantieri spa e Italferr spa, italiani, come si evince dal verbale di audizione del 13 dicembre 2018.

Vi consiglio di leggere l'intero fascicolo di 59 pagine “Relazione unica sulla procedura di aggiudicazione dell'appalto di costruzione prot. VRB/2019/25 pubblicata il 4 febbraio 2019 (www.commissario Ricostruzione.genova.it) e fare le vostre osservazioni su come e perché sia stato scelto quel progetto.

Ma...facendo un passo indietro...non dobbiamo conservare la memoria dell'architettura? Era il lontano 2007 quando fu organizzato il primo convegno internazionale dedicato alla gestione e alla conservazione degli archivi elettronici

dell'architettura, nell'ambito del progetto GAU.DI al quale parteciparono 200 professionisti da tutto il mondo, esperti della conservazione e della comunicazione dell'architettura (Parigi 8-10 novembre 2007), e, pur trattandosi di conservazione digitale dell'architettura stessa, proponeva analisi comparate anche di progetti di nuova realizzazione, quindi, un dibattito, uno scambio di idee tra i maggiori protagonisti ed esponenti sia del settore pubblico che privato.

Ed ancora, a ritroso, era il 2001, quando, a Genova, durante il G8 fu proposta “La città ideale” dichiarando, al mondo, che era il momento di rilanciare, con ottimismo, gli alti valori universali della storia, nell'ambito dell'architettura e della qualità dell'ambiente urbano e rurale, fondamentale diritto dei cittadini del nuovo tempo.

Cosa sarà inserito, circa il ponte Morandi di Genova, in questi archivi se, proprio la massima autorità in materia non ha espresso alcun pensiero, ricordo, sentimento a difesa delle accuse che sono state inferte con forza a Riccardo Morandi lasciando una cicatrice che non potrà essere rimarginata, legata al suo nome?

Cosa sarà ricordato di Morandi, se abbiamo visto rimuovere dal suo incarico un dipendente che aveva denunciato la presenza di amianto nei detriti della struttura, inoltrando una relazione alla ASL e all'Arpal, (genova.repubblica.it, del 10 marzo 2019)? se, gli stessi cittadini che avevano presentato un esposto per tale rischio e per la presenza di polveri nocive in relazione al provvedimento dell'uso di esplosivo per la demolizione totale del ponte, furono accusati di voler ritardare le operazioni dal loro stesso Sindaco?

Voglio, qui, ricordare, che la Liguria, nel 2002, ebbe, il triste primato dei morti per mesotelioma, posizionando la regione al primo posto come tasso di mortalità e, che, la malattia si manifesta dopo diverso tempo, anni.

E che dire di Mattias Mainiero, che, rispondendo al signor Aldo Scaruffi, sul quotidiano Libero, ha definito il ponte Morandi “*il ponte più brutto del mondo...un vero e proprio pugno nell'occhio...un mostro che deturpava Genova*” suggerendo che, “*al suo posto, si poteva fare un sottopassaggio o qualcosa del genere*” (Libero del 5 ottobre 2018); che, a parte la fantasia del promotore, risulta in netto contrasto con il suo Direttore, Vittorio Feltri, che ha, invece, sempre sostenuto il contrario, ma questa è la comunicazione: altro dialogo tra un cavallo e un bue, altro esempio di bussaggine.

Sappiamo anche, che l'affinità di sentimenti genera simpatia, direi, affiatamento tra le persone ed infatti, Oliviero Toscani, come si legge su “yatchvela.com” viene reputato uno degli amici più intimi di Renzo Piano presente al varo della sua barca a vela Kirribilli, così come lo stesso architetto è stato il protagonista della sesta edizione della Biennale Internazionale di Architettura “Barbara Cappochin” e della successiva mostra “Renzo Piano building Workshop: pezzo per pezzo”, sempre per la stessa fondazione.

Riflettiamo, quindi, condividiamo, comunichiamo e discutiamo insieme.

Un altro termine che vorrei abolire è “**silenzio**”

Il 17 agosto 2018, il Consiglio Nazionale degli Ingegneri inviò una circolare ai “Presidenti ed ai Consiglieri degli Ordini territoriali degli Ingegneri”, ed “ai Presidenti ed ai Consiglieri delle Federazioni e/o Consulte regionali degli Ordini degli Ingegneri”, con oggetto : “*crollo Ponte Morandi a Genova - problematiche e proposte sulla sicurezza delle infrastrutture*” ove si rilevava che” il dibattito **sulla qualità del progetto di Riccardo Morandi** appariva **fuorviante** rispetto alle problematiche più ampie poste dal crollo”, (in quanto, **fin da subito**, fu attribuita a Morandi la causa dell'accaduto n.d.r.).

Sempre nella stessa Circolare si chiedeva: “*gli ingegneri e professionisti tecnici si impegneranno concretamente affinché il Paese torni ad investire nel suo futuro, cominciando a dare il senso che si deve a parole come “restauro”, “conservazione”, “consolidamento”, nell'auspicio che venga a maturazione una capacità, politica oltre che tecnica, di decidere senza pregiudizi, sulla scorta di analisi specifiche di costi-benefici, la realizzazione di nuove infrastrutture in sostituzione di quelle non convenientemente riparabili o manutentibili. Per questo proponiamo la scrittura di un protocollo tra il mondo scientifico, quello tecnico professionale e quello tecnico-amministrativo del servizio tecnico centrale-MIT-Consulp, che definisca linee guida di riferimento in proposito*”.

La suddetta Circolare, che consiglio a tutti di leggere per intero, fu firmata dal Presidente ing Armando Zambrano.

Da qui, Enzo Siviero, il 31 agosto 2018 scrisse, non solo all'ing. Zambrano ma anche all'arch. Cappochin, ai Presidenti dei Consigli Nazionali degli Architetti di Genova ing. Maurizio Michellini e arch. Paolo Andrea Raffetto, “proponendo di assumere, a livello nazionale, una iniziativa “culturale” anche attraverso una petizione nazionale volta a non perdere un pezzo importante della nostra storia” alla quale seguì **il silenzio**.

Nuovamente Enzo Siviero inviò una ulteriore nota all'ing. Zambrano e all'arch. Cappochin il 26 maggio 2019, alla quale, analogamente alla precedente, seguì **il silenzio**.

Ed altri mille appelli, proposte, suggerimenti, offerte, progetti, inviti, idee, pareri, per poter recuperare la credibilità di Riccardo Morandi, come uomo, come progettista, come inventore dei famosi brevetti, ai quali è seguito solo **il silenzio** da chi, ha sperato, di poter sconfiggere un altro uomo tanto tenace, che non ha rinunciato a sostenere la reputazione di Riccardo Morandi, esigendone il rispetto.

Noi non dobbiamo tacere, seguiamo l'esempio di Enzo Siviero, che nel convegno ad Agrigento, nel marzo 2019, ci ha fatto conoscere il ruolo del viadotto Morandi nel paesaggio della Valle dei Templi, e a Palermo, in un altro convegno dal titolo “Il ponte metafora tra gente, luoghi e cultura” o a Torino, con un altro convegno sulla storia dei ponti italiani del '900, e tanti altri. Voglio concludere con una sua frase “**Che strano paese è il nostro! Il Rinascimento che si fa Medioevo!**” ed è vero.

Raccogliamo l'invito di Enzo Siviero, Cesare Prevedini, Fabrizio Averardi e Vito Segantini che esprimono le loro opinioni per dar seguito alle vostre, ai giudizi, alle idee, ai suggerimenti e poterci confrontare su qualunque argomento.

Un sentito ringraziamento a Maurizio Morandi, che con la sua eleganza e dignità ci ha regalato un ritratto del padre, un profilo di un uomo straordinario; la copertina di Galileo è a lui dedicata attraverso le fotografie di Matteo Placucci che riflettono il pensiero di Maurizio Morandi: la distruzione per cancellarne la memoria e poi...il nulla.●

Enzo Siviero
Convegno del 22 Gennaio
a Palermo
Storia di un ponte
Il Viadotto Polcevera di Genova

Sandra Guddo

Le pietre parlano, ci raccontano la loro storia e quella degli uomini che sono entrati, nel bene come nel male, in relazione con esse. E cosa ci narrano le pietre del ponte Morandi, rovinosamente e misteriosamente crollato in una calda giornata estiva?

Era il 14 Agosto del 2018 quando è avvenuto il crollo parziale del ponte sul Polcevera di Genova, più noto come ponte Morandi dal nome del suo costruttore Riccardo Morandi, stimato ingegnere che ha dedicato la sua vita ai ponti.

Quelle pietre tacciono, ma sarebbe più opportuno dire che sono state messe a tacere: non hanno più nulla da raccontare perché giacciono mute nell'area sottostante insieme ai palazzi e alle altre costruzioni abbattute in seguito a decisioni prese dall'alto che risultano incomprensibili ai più.

E certamente lo sono per l'ingegnere Enzo Siviero, uno dei più noti conoscitori di ponti al mondo!

Tante domande senza risposte, tante ipotesi che ormai non è più possibile verificare perché le pietre giacciono inermi come soldati, senza nome, caduti in battaglia. Sembrerebbe che, come in romanzo poliziesco, siano state eliminate tutte le tracce, così come gli indizi utili per individuare il colpevole.

Enzo Siviero, con un manipolo di esperti nel settore, ha posto interrogativi che sono stati obliati, rimbalzando contro il muro di gomma di uno sconcertante silenzio che alimenta dubbi in assenza di risposte certe e chiarificatrici tardive ad arrivare. Tutto ciò reso possibile da un'accurata operazione mediatica, complice di una classe politica che ha messo in evidenza il suo lato più oscuro.

Sì! Perché non consentire alle voci, anche le più autorevoli, di esprimersi nell'interesse della collettività, è un atto inaccettabile che crea sospetti sulla condotta di chi ha deciso perentoriamente la demolizione totale del ponte Morandi, ponte che avrebbe potuto essere curato, sanato e restituito, in poco tempo e con una spesa ridotta, alla città di Genova e ai suoi abitanti.

Di questo e di molto altro si è parlato a Palermo durante il convegno che si è svolto il 22 gennaio 2020 nella magnifica aula Damiani Almeyda dell'Archivio Storico Comunale in San Nicolò da Tolentino. Il convegno, su iniziativa di Marcello Arici, Pippo di Liberto e Antonio Licata, è stato organizzato dall'Università Popolare di Palermo, meglio nota come UNIPOP, con il patrocinio dell'Università telematica eCAMPUS, di cui Enzo Siviero è il rettore, e dell'Ordine degli Ingegneri di Palermo con la presenza del suo presidente l'ingegnere Vincenzo Di Dio. Un convegno, durato oltre due ore, in cui il relatore, **Enzo Siviero**, anche attraverso l'ausilio di

immagini, ha esaminato con puntualità tutte le fasi del crollo del ponte sul Polcevera, definita una *"Tragedia nella Tragedia"*. Certamente una tragedia perché è costata la vita a 43 persone, perché ha colpito un'intera comunità creando enormi disagi di viabilità in tutta la città di Genova. In particolare, ne hanno subito le tragiche conseguenze gli abitanti della Val Polcevera, trasformati, come per un crudele maleficio, in sfollati. Ben 566 abitanti delle abitazioni sottostanti sono stati risarciti con somme più che adeguate affinché abbandonassero le loro case, danneggiate o pericolanti, per trasferirsi altrove, senza che ci fossero manifestazioni di protesta: tutto nell'assoluto silenzio e con una rapidità sorprendente per un paese che non brilla di certo sotto tale aspetto.

Ma la tragedia riguarda non soltanto le povere vittime con i loro familiari e la città di Genova nel suo complesso, ma il ponte stesso che è stato fatto brillare interamente decretando la fine della sua esistenza. Un ponte non è soltanto oggetto ma è anche soggetto, chiarisce Enzo Siviero nella sua appassionata dissertazione. Ha un'anima, vive, congiunge, unisce e ama. È la metafora stessa della vita e dei suoi più alti ideali: è simbolo di pace e di speranza. È Amore!

Invece, con un'operazione che ha avuto inizio nel febbraio del 2019 per concludersi nell'Agosto dello stesso anno, il ponte Morandi è stato demolito con una quantità impressionante di esplosivo, lasciando per terra tonnellate di macerie: ben 250.000! Ciò a dispetto dell'ambiente e della sua salubrità, senza curarsi del diffondersi nell'aria delle polveri sottili, delle tracce di amianto, della congestione del traffico cittadino reso ancora più caotico per la presenza di automezzi addetti allo smaltimento delle macerie. Su questo ulteriore disagio, a cui i genovesi sono sottoposti quotidianamente, la stampa e le televisioni locali e nazionali non hanno speso molte parole, non hanno dato spazio mettendo in soffitta quello che dovrebbe essere il vero spirito del giornalismo e del dovere di cronaca. Sembra che un fitto velo nero sia stato gettato sul crollo del ponte già dal suo primo momento con la collisione del quarto potere che ha fatto il resto! Se informazione c'è stata, essa ha utilizzato la comunicazione come strumento di persuasione occulta che è peggio della disinformazione: è la mistificazione di quanto realmente accaduto.

E' abbastanza curioso infatti che non esista un solo video che riproduca interamente il crollo del ponte: solo immagini parziali e stigmatizzate. Persino le telecamere di Autostrade in quella mattina del 14 agosto erano in blackout proprio per quel breve periodo del crollo! Incredibile fatalità!

La demolizione/ricostruzione, proposta senza contraddittorio dall'architetto Renzo Piano, appare una decisione che rivela il vero volto di una classe dirigente che trascura non soltanto il danno ambientale ma anche quello erariale. Un'equazione spaventosa che costerà agli italiani circa 300 milioni di euro per la costruzione del ponte di Renzo Piano con tempi certamente non brevi, a fronte dei progetti di risanamento, presentati non soltanto dal nostro relatore ma anche altri arditi giovani ingegneri, la cui spesa si attesta attorno ai 100-150 milioni e

con tempi brevi di realizzazione. Una politica dunque miope che si arrende, che non cerca soluzioni alternative, che non propone ma dispone.

Dispone la distruzione!

Una decisione frettolosa, sottolinea Enzo Siviero, che non trova spiegazioni plausibili a meno che essa nasconda interessi di parrocchia, anteposti agli interessi della collettività. Potrebbe celare macchinazioni che hanno come oggetto guadagni facili e illeciti per coloro che, in qualche modo, ne sono coinvolti. Un clima inquietante in un paese in cui difficilmente si sono trovati i veri responsabili di tragedie come questa del ponte Morandi; un groviglio di ipotesi difficili da dipanare, un'assenza di chiarezza che rifiuta le richieste di interlocutori capaci come Enzo Siviero che, in nome della verità, continua la sua battaglia incurante di possibili reazioni. Ma neanche queste sono arrivate e persino la Commissione d'inchiesta non arriva ancora a conclusioni certe. Solo silenzio!

Egli, attraverso dichiarazioni rilasciate a televisioni, tra cui "LA 7", a giornali e attraverso convegni fatti in giro per tutta l'Italia, continua a porsi e a porre la domanda, sempre la stessa: quali sono le cause del crollo? Forse il sovraccarico? Da escludere se si pensa che nel momento del collasso il traffico era limitato. Potrebbe trattarsi di un fulmine o della concomitanza di cause oppure di semplice fatalità? Ma queste sono opinioni non scienza! La scienza ha bisogno di dati oggettivi e di verifiche sulla base dei dati raccolti. Non è forse questo il metodo di Galileo Galilei, fondatore della scienza moderna? In modo rigoroso va osservato il fenomeno in questione, vanno raccolti tutti i dati e le informazioni possibili per procedere alla formulazione di ipotesi che andranno confermate o riformulate, per arrivare infine al nocciolo della questione: cioè la spiegazione del fenomeno. In questo caso sul ponte Morandi, costruito nel 1967 da uno degli ingegneri più qualificati al mondo, non è stato possibile applicare il metodo scientifico formulato dal grande scienziato pisano per l'assenza di filmati completi sul crollo da visionare. È stata tolta inoltre la possibilità di esaminare e raccogliere prove e indizi sulla salute del ponte o almeno di quella parte crollata perché esso è stato demolito in fretta e furia. Conclusione? niente ipotesi, niente verifiche: nessun colpevole!

E ancora: perché non è stata data alcuna importanza all'auto-revole progetto di Enzo Siviero e di altri illustri professionisti che prevedeva la ricostruzione del pilone crollato e il risanamento dell'intero viadotto rimasto integro? E per rendere meglio l'idea, riportiamo una frase dell'ingegnere, pronunciata durante il convegno di Palermo, dove afferma: *"Se ti rompi una gamba, metti il gesso (...) ci voleva una "transizione" per passare da un sistema strutturale all'altro. E ciò era sicuramente possibile!"*

Altri ponti con le medesime caratteristiche sono stati riparati e restituiti alla comunità, migliorati sia in termini di funzionalità che dal punto di vista estetico e nel rispetto dell'ambiente circostante, in armonia con i principi vitruviani di *"venustas, firmitas e utilitas"*. Senza contare che un'operazione di ristrutturazione esemplare avrebbe mostrato al mondo intero che *"in Italia esiste una tradizione sempre viva e di alta qualità nel campo della riqualificazione delle strutture esistenti"*.

Con il costosissimo progetto di Renzo Piano, il ponte sarà ricostruito venti metri più avanti, abbandonando le vecchie fondazioni che andavano benissimo. Enzo Siviero si pone altre inquietanti domande: il ponte Morandi poteva essere riparato, dato che le fondamenta sono integre anche del pilone misteriosamente crollato? Perché abbattere i due piloni strallati superstiti e 600 metri di viadotto in ottime condizioni?

A chi giova o meglio, per citare la celebre frase latina, *cui prodest?*

La celebre frase, in realtà, pone la domanda ma riesce a darsi anche la risposta che per onore del vero, riportiamo: *cui prodest scelus, is fecit.*

Se così fosse, sarebbe una verità agghiacciante, un'ipotesi azzardata e il solo fatto di concepirla suscita orrore!

Quello che sappiamo per certo è che Enzo Siviero, incarnazione stessa del nuovo umanesimo e del libero pensiero, continuerà a cercare risposte in nome della *veritas* a cui tutti noi dovremmo aspirare. •



Sandra Guddo. Nata a Palermo dove vive ed opera, si è laureata in Filosofia nel 1973 con il massimo dei voti e pubblicazione della tesi di laurea in Filosofia della Storia, per poi ottenere la specializzazione in Scienze Umane e l'abilitazione per la docenza di Materie Letterarie e Latino e di Italiano e Storia negli Istituti Secondari dove ha insegnato fino al recente pensionamento. Dal 1991 al 2001 ha ricevuto dal MIUR l'incarico di Psicopedagogista nel Progetto Ministeriale contro la D.S.

Ponte Morandi: mainstream, ingegneria sociale e fabbrica del consenso

Enrico Pietra

La manipolazione consapevole e intelligente delle opinioni e delle abitudini delle masse svolge un ruolo importante in una società democratica, coloro i quali padroneggiano questo dispositivo sociale costituiscono un potere invisibile che dirige veramente il paese.

Noi siamo in gran parte governati da uomini di cui ignoriamo tutto ma che sono in grado di plasmare la nostra mentalità, orientare i nostri gusti, suggerirci cosa pensare.

EDWARD BERNAYS

Il crollo del Ponte Morandi non è un fatto di cronaca che pertenga esclusivamente all'ingegneria delle strutture o alle scienze statiche. Neppure alla sola magistratura. Quanto accaduto a Genova dal 14 agosto 2018 in avanti è materia complessa (ma affascinante), faticosa ma vitale da comprendere e decifrare. Come ben noto all'attuale presidente della Rai Marcello Foa (che nel suo *Gli stregoni della notizia*¹ ha ottimamente evidenziato determinate dinamiche massmediatiche), laddove si ascolti «un coro unanime e ansiogeno su certi avvenimenti, molto spesso, quando non avete la possibilità di verificare che questo allarme angoscioso si basi su dati oggettivi, vi trovate a che fare con un'operazione in corso non finalizzata a dirvi la verità, ma a stabilire un frame su quell'argomento, che per essere molto forte deve toccare il vostro cuore, la vostra emotività. Una volta che questo frame, questa cornice, è stata inserita nella vostra mente, voi su quell'argomento saprete automaticamente cos'è bene e cos'è male, cos'è giusto e cos'è sbagliato»².

Vediamo dunque se il senso generale delle parole di Marcello Foa possa essere applicato al caso specifico di Genova. Per farlo, dobbiamo ripercorrere le tragiche ore immediatamente successive al crollo. Ad oggi, febbraio 2020, ancora non ne conosciamo le cause. È passato un anno e mezzo e l'incidente probatorio, il secondo, è ancora in corso, con una proroga di sei mesi, «vista l'enorme mole di materiale e documenti da visionare»³; tuttavia, alle 19.35 del 14 agosto 2018, di fronte a uno scenario

per alcuni "post-bellico", per altri "post-sisma", l'allora viceministro delle infrastrutture Edoardo Rixi dichiarava alla stampa che «tutto il ponte andrà demolito».⁴

Contestualmente, il parco massmediatico nella sua intrezza rilanciava nelle home page dei principali quotidiani italiani l'ipotesi di un cedimento strutturale. Il giorno dopo, l'ing. Antonio Brencich (tra gli indagati per il disastro) parlava apertamente di *stress corrosion* e cedimento improvviso dei cavi di precompressione (di un ponte crollato scarico, N.d.R.) - «che molto spesso produce dei collassi fragili» - in diretta televisiva su un'importante rete nazionale.⁵ Nelle stesse ore, sulla televisione di stato il prof. Valerio Rossi Albertini del CNR ipotizzava il cedimento di uno strallo come causa scatenante del fenomeno, mostrando il modellino di un ponte estremamente semplificato - il cui impalcato risultava sorretto esclusivamente dai tiranti - lontano di gran lunga dalla conformazione strutturale di quello di Genova.⁶

Pochi giorni dopo, non ben identificati *scricchiolii*, uditi, pare, dai cittadini della zona e provenienti dal moncone est rimasto in piedi⁷, sopraggiunti alla relazione circa lo stato della pila 10⁸ della commissione ispettiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (che vedeva al suo interno Alfredo Principio Mortellaro, ex agente segreto del SISDE⁹), daranno la stura alle tonanti dichiarazioni del Commissario per l'emergenza Giovanni Toti («l'intero ponte sarà demolito»¹⁰), all'incontro del sindaco di Genova Marco Bucci con un gruppo di lavoro dell'Università di Genova volto a programmare le modalità di demolizione e costruzione di un nuovo viadotto¹¹, alle sentenze del procuratore capo di Genova Francesco Cozzi circa il moncone Ovest («in avanzato stato di degrado»)¹². Tutto accade, curiosamente, nella stessa data: 23 agosto 2018.

4 Redazione. "Genova, crolla ponte Morandi sulla A10: Sono 26 le vittime accertate. Precipitati 30 auto e 3 tir: si cercano dispersi. Aperta inchiesta per omicidio e disastro colposi - LA DIRETTA". *Il Fatto Quotidiano*, 14 agosto 2018. Web

5 Milano Skyline. "Antonio Brencich ospite a LA7 - Ponte Morandi Genova". Video online. *YouTube*, 16 agosto 2018. Web

6 Weekly Science News. "Valerio Rossi Albertini - il ponte crollato a Genova". Video online. *YouTube*, 16 agosto 2018, Web.

7 Cerignale Fabrizio, Mietta Giulia. "“Scricchiolii” dal moncone di ponte Morandi, procura pronta ad autorizzare l'abbattimento". *Genova24*, 20 agosto 2018. Web

8 Fregatti Tommaso et al. "«Corrosione elevata per il pilone 10». Toti: demolire quel che resta del ponte. Lettera ad Autostrade: «Intervenite»". *Il Secolo XIX*, 22 agosto 2018, Web.

9 Ravarino Mauro. "Genova, Toninelli piazza l'ex «super spia» alla Commissione ispettiva". *Il Manifesto*, 25 agosto 2018. Web

10 Redazione. "Ponte Morandi, Toti: «Entro 5 giorni il piano per la demolizione»". *Il Messaggero*, 23 agosto 2018. Web

11 Redazione. "Il nuovo ponte secondo l'Università di Genova". *La Voce di Genova*, 23 agosto 2018. Web

12 Redazione. "Il pm sul Ponte Morandi: "Degrado anche nel moncone ovest". *Il Tempo*, 23 agosto 2018. Web

Dunque, nessuna analisi costi-benefici di un eventuale restauro della parte rimasta, mai neppure preso in considerazione. Malgrado i fatti abbiano poi sostanzialmente smentito la cronaca di quei giorni - la parte ovest venne ritenuta diversi mesi dopo *sicura*, al punto da non necessitare più dei sensori di monitoraggio¹³, mentre quella est rimase in piedi senza subire alcun cedimento o deformazione evidente fino al suo abbattimento con circa 700 kg di esplosivo -, la cornice interpretativa fu tratteggiata nell'immediato.

Alle obiezioni di INARCH (Istituto Nazionale di Architettura) circa la possibilità di salvaguardare un monumento dell'architettura italiana¹⁴, rispose laconicamente e in chiaro conflitto d'interessi lo stesso Commissario per la ricostruzione Marco Bucci in un incontro pubblico presso il Teatro Govi di Genova Bolzaneto: «le analisi (di stabilità sui monconi del Morandi, N.d.R.) sono state effettuate da chi ha presentato le proposte di demolizione e ricostruzione, e la stragrande maggioranza dice che bisogna buttarlo giù»¹⁵. Il cosiddetto Decreto Genova formalizzò l'opzione più dispendiosa e culturalmente irriverente, motivandola anche con la presunta *avversione psicologica* maturata in città per i ponti strallati.

Una vera e propria opera di ingegneria sociale dunque. A vantaggio di chi? Perché? Solo miopia politica, magari giustificata dall'emotività e dall'esigenza elettorale di procedere in maniera demagogica e populista? Oppure c'è dell'altro? Come sempre tante domande rimangono senza risposta. Non si può tenere conto dell'imminente pronunciamento della Corte costituzionale, chiamata ragionevolmente in causa dal TAR Liguria, circa l'incostituzionalità proprio del Decreto Genova, divenuto legge il 16 novembre 2018: lo Stato rischia una pesante condanna a risarcire ASPI per averla esclusa dai lavori di ricostruzione, condannandola di fatto prima di un regolare processo. Oltre al danno la tragica beffa. D'altra parte, il sospetto che Genova sia campo di battaglia di un braccio di ferro a livelli molto alti, motivato da ragioni geopolitiche e macroeconomiche, si fa sempre più vivido col passare del tempo.

Anche i primi passi dell'inchiesta della magistratura si sono susseguiti con le fattezze di una sciarada incomprensibile, tra toni roboanti e dichiarazioni contraddittorie. Malgrado i tragici fatti siano avvenuti in una zona densamente popolosa e ricca di attività industriali, nessun video del crollo è stato divulgato nell'immediato e anzi le telecamere di sicurezza poste in cima al viadotto non

13 Redazione. "Addio ai sensori da ponte Morandi, via Fillak riapre a marzo". *Primocanale*, 05 febbraio 2019. Web

14 Redazione. "Ponte Morandi, ipotesi alternativa: «Ricostruire su quanto resta»". *GenovaToday*, 03 settembre 2018. Web

15 Tarzia Simona. "Analisi di stabilità sui monconi del Morandi, Bucci: La fanno le aziende che partecipano alla consultazione di mercato per la ricostruzione". *Fivedabliu*, 06 dicembre 2018. Web

avrebbero ripreso l'evento dapprima a causa di uno sciame sismico¹⁶, dappoi per l'infiltrazione di acqua piovana nella centralina elettrica di alimentazione¹⁷.

In tutti i casi, i filmati rilasciati ai media dalle autorità subirono un più o meno evidente rimaneggiamento in post-produzione (tagli, dissolvenze) - talvolta giustificato dalla *comodità di consultazione*¹⁸ - e si dovette attendere fino al 1° luglio 2019 per compulsare l'ormai nota ripresa dell'azienda Ferrometal, per gli inquirenti "prova regina", i cui artifici palesi vennero perfino ammessi e subito dopo negati dalla stessa Guardia di Finanza¹⁹. D'altra parte, per il Procuratore Francesco Cozzi, «il ponte è crollato perché non ce la faceva più a stare in piedi»²⁰. Se così stanno le cose, perché tanto mistero?

La questione nodale è che, a tutt'oggi, in una società che fa della sovraesposizione visiva il suo tratto dominante e finanche patologico, non è dato di poter visionare un documento video realmente originale dell'accaduto, con l'esclusione naturalmente della ripresa parziale, totalmente fortuita, del lavoratore di Ansaldo Energia, Davide Di Giorgio. Per quale motivo? Cui prodest?

Qualche parola infine per la tanto decantata revoca della concessione autostradale ai Benetton. Giova ricordare come Atlantia consista in una società per azioni (che possiede oltre l'88% del capitale sociale di Autostrade per l'Italia) di cui i Benetton detengono solo il 30.25% delle quote complessive. Il resto è in mano a fondi d'investimento internazionali e colossi dell'alta finanza mondiale, più un 45% flottante tra tanti piccoli azionisti, provenienti perlopiù dagli Stati Uniti d'America e dal Regno Unito. La vicenda Alitalia insegna quali tipo di ritorsioni siano possibili, tutte a carico dello Stato, e quindi del contribuente.

16 Redazione. "Il procuratore Cozzi: Blackout video di Autostrade al momento del crollo, ma daremo tutte le risposte". *HuffPost*, 17 agosto 2018. Web

17 Redazione. "Crollo ponte, black out telecamere Autostrade: non sono state manomesse". *La Voce Di Genova*, 01 settembre 2018. Web

18 Redazione ANSA. "Ecco video ponte Morandi prima crollo". *Ansa Liguria*, 26 settembre 2018. Web.

19 Redazione. "Video inedito crollo ponte Morandi: la Finanza smentisce ritocchi alle immagini". *GenovaToday*, 12 luglio 2019. Web

20 Redazione. "Ponte, il Procuratore Cozzi: È crollato perché non ce la faceva più a stare in piedi". *La Repubblica*, 07 agosto 2019. Web

1 M. Foa, *Gli stregoni della notizia*, Milano, 2018

2 Byoblu. "Come si fabbrica informazione al servizio dei governi". Video online. *YouTube*, 14 marzo 2018. Web

3 Marco Grasso. "Altro rinvio per l'inchiesta sul Ponte Morandi: la superperizia slitta a giugno". *Il Secolo XIX*, 20 gennaio 2020. Web

La revoca unilaterale delle concessioni, prima di un regolare processo e dell'espletamento dei tre gradi di giudizio con sentenza finale, comporterebbe non solo un cospicuo indennizzo pubblico, ma si paleserebbe come una vera e propria catastrofe economica per una marea di piccoli risparmiatori. Precedente ineguagliato: revocare una concessione pubblica senza neppure attendere gli esiti della relativa inchiesta giudiziaria significherebbe fare a brandelli la certezza del diritto nonché mettere potenzialmente in discussione le fondamenta di qualsiasi altra assegnazione statale.

Ma c'è di più. Non è la prima volta che ASPI si macchia, per così dire, di delinquenziale sciatteria. Giova qui ricordare almeno gli incidenti del 28 luglio 2013 nei pressi di Avellino e del 09 marzo 2017 vicino a Loreto. Nel primo caso, a causa dell'avanzato stato di corrosione dei tirafondi che fissavano i new jersey all'asfalto, un autobus con problemi all'impianto frenante non riuscì a rallentare la sua corsa e precipitò dal viadotto Acqualonga causando la morte di ben quaranta persone. Sei dirigenti di Autostrade per l'Italia sono stati condannati in primo grado. Nel secondo, il crollo di una struttura provvisoria a sostegno di un cavalcavia sulla A14 - rimasta aperta al traffico malgrado gli operai si fossero accorti che il ponte stava pericolosamente incrinandosi durante le operazioni di sollevamento - cagionò la morte di due coniugi rimasti schiacciati dalle macerie.

Quanto a oggetti volanti perfettamente identificati in caduta libera da viadotti soprastanti o all'interno di gallerie, si potrebbero redigere molte righe. Che dire, giusto per rimanere in Liguria, del caso dei cittadini di Mele, ameno comune alle spalle di Genova dispiegato in parte sotto il cavalcavia Gorsexio della A26?²¹. O del distacco nel 2016 di parti di una ventola all'interno della galleria Allocco, tra Sasso Marconi e Firenze, che causò un tamponamento solo per caso non degenerato in qualcosa di ben peggiore?²²

Ma non è questa la sede per un elenco delle disgrazie autostradali verificatesi negli ultimi anni. Quello che più importa rimarcare è che prima del Ponte Morandi, anche a fronte di terribili tragedie come quella irpina, nessuno parlò mai di revoca della concessione autostradale, nessuno mai la mise neppure in discussione. Assodato che i morti siano tali ovunque, e come tali meritino lo stesso identico rispetto, sembra pertanto lecito domandarsi se anche in questo caso, dietro un'apparente invocazione alla giustizia e al rigore, non vi sia in realtà una manovra di altro genere, mossa

cioè da motivazioni più sottili e al momento di difficile comprensione.

Complotto? Fantasie? La storia dirà. Per il momento, come s'è visto, è ben lecito dubitare almeno in parte della narrazione ufficiale propalata dal 14 agosto 2018 in avanti. Tante contraddizioni, troppi punti oscuri. Risulta semmai appropriato chiosare sul grado di sottigliezza raggiunto, non solo in questa storia, dall'ingegneria sociale, dalla propaganda, dalla manipolazione a uso e consumo del potere e di chi ne tesse le fila. Perché, per citare ancora il padre dell'ingegneria del consenso, Edward Bernays, «l'individuo opera le sue scelte mosso da impulsi irrazionali e incontrollati. È compito di una minoranza di persone elette guidarlo "come un gregge di pecore va guidato"».•

Ponte Morandi, cosa sappiamo a un anno e mezzo dal crollo

Enrico Pietra

Il 14 agosto 2018 un pilone di cemento armato alto 90 metri, insieme a tutto l'impalcato e alle travi Gerber (cadute per prime) è impleso all'improvviso in 10/12 secondi, senza alcuna deformazione visibile fino a un attimo prima.

Non vi è tuttora alcuna indicazione sulle cause, ma solo ipotesi al momento non dimostrabili e oggetto di indagine. A fronte delle evidenze incontestate del parco massmediatico nelle ore e nei giorni immediatamente successivi, gli esiti del secondo incidente probatorio (sulle cause del crollo) hanno subito ben due rinvii, facendo trasparire in maniera indiretta tutta la complessità di un evento propalato da subito come "prevedibile" e "inevitabile".

Autostrade, attraverso la sua controllata Spea Engineering (non a caso recentemente estromessa), ha scientemente risparmiato sulla manutenzione di ponti e viadotti, sottovalutando scelleratamente i possibili rischi derivanti da siffatta condotta.

Tutte le riprese video divulgate (esclusa quella del sig. Davide Di Giorgio) hanno subito più o meno evidenti rimaneggiamenti, cagionando diversi esposti di privati cittadini per chiedere chiarezza.

Non vi è mai stata la volontà politica di compiere un'analisi costi-benefici circa la possibilità di ripristinare la pila 9, mettendo in sicurezza il resto, e restituendo così ai genovesi il proprio ponte (noto e celebrato in tutto il mondo) in tempi molto più rapidi e meno disagiati rispetto alla costruzione di una nuova struttura con annessa demolizione della precedente.

Il nuovo viadotto, su ispirazione di Renzo Piano, costerà più del doppio del valore di mercato, superando perfino il viadotto strallato di Millau, in Francia, sorretto da sette piloni il cui più alto (343 metri) sovrasta perfino la torre Eiffel.

Non era mai successo che un'opera di tale portanza venisse sonoramente bocciata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con un documento ufficiale nel quale vengono evidenziati vizi, irregolarità e storture del progetto assegnato a Salini-Impegilo-Fincantieri con una gara d'appalto a trattativa privata.

Per quanto mi riguarda, come privato cittadino continuerò a pretendere la verità su quanto accaduto, documentando e condividendo informazioni, spunti, critiche con chiunque. •

Grazie

Enrico Pietra. "Conta pensare. Credo in questo, nel pensiero. Sono un privato cittadino, come tanti, genovese di sangue e di cuore. Per vivere risolvo problemi informatici, ma se non scrivessi mi annoierei: sono pur sempre un umanista, laureato in musicologia e beni culturali un bel po' di anni fa. Coltivo socraticamente l'esercizio del dubbio, pratica che assurdo come unico faro di conoscenza e democrazia del pensiero".

21 D'Oria Beatrice. "«Da due anni piovono pietre e calcinacci: vita da incubo sotto il viadotto»". *Il Secolo XIX*, 05 settembre 2018. Web

22 Bettazzi Marco. "Autosole, crollano pezzi di ventola in galleria: incidente coinvolge quattro veicoli". *La Repubblica*, 02 aprile 2016. Web

All'attenzione del Presidente della Regione Liguria e Commissario straordinario per l'emergenza, Giovanni Toti

Gentile Governatore, *rapida ed indispensabile premessa-presentazione*: sono un ingegnere civile palermitano ex docente universitario di Scienza e Tecnica delle Costruzioni, ora in pensione, che per 42 anni ha tenuto ininterrottamente l'insegnamento universitario di "Teoria e Progetto di Ponti" all'Università di Palermo. Ho progettato una ventina di ponti in Italia ed all'estero, ancora regolarmente operativi e con la presente vorrei esprimere il mio allarmato malessere per quel che si legge giornalmente sul ponte Morandi. Ma sento il dovere civico di informarla, nel suo ruolo istituzionale di Commissario Straordinario per l'Emergenza, di una reale ed incontestabile situazione di pericolo che, potenzialmente potrebbe trasformarsi, in qualsiasi momento in un ulteriore pericolo-bis per le persone presenti nell'area già interessata dall'incidente dello scorso 14 agosto. Non potrei accettare il pensiero o la contestazione che in un tragico domani mi dovessi dire (o qualcuno lo dicesse) "Sapevi - e le Istituzioni sapevano - e non è stato fatto nulle per impedirlo". Dunque, a quanto risulta a me ed ai qualificati colleghi con cui mi sono confrontato, non è stata ancora suggerita l'indispensabile messa in parziale sicurezza della "pila 10" per consentire, in condizioni di inevitabilmente limitata, ma maggiore sicurezza, alle famiglie estromesse dagli edifici sottostanti, di potere temporaneamente rientrare nelle abitazioni per il recupero dei propri effetti personali, ma anche di potere effettuare più serenamente indagini "in situ" ed incidenti probatori. Si parla, invece, solo di applicazione di sensori che possano ridurre il rischio, ma non si comprende che nello specifico un possibile crollo non darebbe alcun preavviso, che non potrebbe essere preavvertito neanche da sensibilissimi sensori, perché la struttura del ponte Morandi, e più ancora quel che ne resta, è passibile di un ulteriore crollo immediato ed improvviso per il cedimento di un manufatto intrinsecamente e strutturalmente fragile. In atto, la "pila 10" si trova in condizione di grande squilibrio per la mancanza del peso permanente della campata tampone del lato Savona, crollata il 14 agosto. Semplici verifiche e alcuni approfondimenti numerici mostrano che lo squilibrio di circa 350 tonnellate (il peso trasmesso alla "pila 10" dalla campata tampone crollata e quindi non più attiva in funzione del previsto, indispensabile bilanciamento) genera uno squilibrio che sta mettendo in crisi la pila stessa che - anche se offesa dal passato degrado e dal crollo subito - ancora "eroicamente" e miracolosamente resiste. Ma fino a quando? Nessuno degli operatori ed esperti coinvolti, si è posto, a mia conoscenza, il problema di eliminare o ridurre lo squilibrio con l'applicazione di un peso parzialmente equilibrante all'estremità della pila 10, lato Savona. L'operazione può essere fatta in brevissimo tempo e in buona sicurezza. Potrebbero infatti venire posizionati - uno alla volta - 8 autocarri da 30-35 tonnellate ciascuno, a pieno carico, (o delle masse statiche equivalenti trasportabili anche parzializzate) su due file parallele, in prossimità dello sbalzo dopo averli posizionati già carichi sul lato Genova fuori dal viadotto. Potrebbero essere utilizzate tecniche complesse ed assolutamente sicure, benché meno immediate, come il posizionamento dei contrappesi con cassoni carichi trainati da un vettore teleguidato in remoto (drone terrestre, "unmanned systems"), uso di gru dal basso (forse già presenti) per il sollevamento di cassoni pesanti ed il posizionamento sul ponte o di elicotteri anche militari, in grado di trasportare mezzi blindati e perfino carri armati. Di immediata realizzazione, anche se con un inevitabile rischio, seppur ridotto al minimo, la soluzione di un volontario, eventualmente, Vigile del Fuoco o un Operatore militare specializzato, potrebbe posizionare gli autocarri uno alla volta, come se si trattasse di una prova di carico. Il volontario potrebbe allontanarsi immediatamente, magari con un ciclomotore, dallo sbalzo, per procedere al posizionamento del carico successivo. La situazione più pericolosa si avrebbe al passaggio del primo autocarro, mentre i successivi verrebbero via via posizionati con sicurezza crescente. È evidente che sussiste un inevitabile seppur ridotto rischio di possibile cedimento della struttura, ma l'operazione potrebbe concludersi in circa un'ora, ottimizzando il timing dell'organizzazione. Personalmente ritengo che con gli autocarri l'operazione sia molto più semplice ed in definitiva più sicura e veloce. Non riesco a capire come si continui a parlare di posizionare sensori, si parli di incidenti probatori, accesso agli edifici sottostanti ed altro senza pensare a mettere in parziale sicurezza la "pila 10" che in atto è in grande sofferenza statica e potrebbe cedere da un momento all'altro. Nessun collega, a mia conoscenza e fino ad ora, ha sufficientemente sottolineato questo problema di buon senso statico. Ritengo che - essendo passati 25 giorni dal crollo - occorra urgentemente fare qualcosa prima di un irreparabile ed incontrollato ulteriore crollo. La ringrazio dell'attenzione e del tempo sottrattole, ma ritengo di aver onorato il mio indifferibile dovere civile, coinvolgendo la sola persona che per il proprio ruolo istituzionale di Commissario Straordinario Coordinatore e la non dimenticabile *forma mentis* giornalistica credo sia in grado di avvertire e valutare l'ineluttabile incombenza di un possibile, ulteriore incidente.

Distinti saluti Prof. Ing. Marcello Arici - Palermo

*All'attenzione del Sindaco di Genova e Commissario alla ricostruzione del Ponte Morandi in Genova
Dott. Marco Bucci*

Gentile Commissario alla ricostruzione, sono il professore universitario di Tecnica delle costruzioni, ora in pensione, che per 42 anni ha tenuto ininterrottamente l'insegnamento universitario di "Teoria e Progetto di Ponti" all'Università di Palermo e che il 10 settembre, dopo 25 giorni dal crollo, ha inviato una **informazione-allarme urgente** al Commissario Straordinario per l'emergenza Governatore Giovanni Toti. Ho ricevuto una cortese risposta dalla segreteria del Governatore, che mi assicurava che quanto segnalato sarebbe stato sottoposto agli uffici preposti. Nessun esito è stato ottenuto. A due mesi dal tragico crollo la "pila 10" è ancora in piedi e grava sulle abitazioni sottostanti, manifestando una inaspettata vitalità, ma mantenendo intatto il pericolo incombente sugli "sfollati" che nei prossimi giorni rientreranno temporaneamente nelle loro abitazioni. **Sento ancora più urgente il dovere civico di informarla, nel suo ruolo istituzionale di Commissario per la ricostruzione, di una reale e permanente situazione di pericolo per le persone presenti nell'area già interessata dall'incidente dello scorso 14 agosto.** Dunque, a quanto risulta dalla stampa nazionale, non è stata ancora eliminato il pericolosissimo squilibrio a cui è soggetta la "pila 10", che, ritengo, potrebbe realizzare l'indispensabile messa in parziale sicurezza della stessa e consentire, in condizioni di limitata, ma certamente maggiore sicurezza, alle famiglie estromesse dagli edifici sottostanti, di potere temporaneamente rientrare nelle abitazioni per il recupero dei propri effetti personali. Sono stati applicati soltanto dei sensori per ridurre il rischio, ma sembra che non ci si renda conto che un possibile crollo, non darebbe alcun preavviso. Cioè che il pericolo letale non potrebbe essere preavvertito neanche da sensibilissimi sensori, perché la struttura della pila 10 del ponte Morandi, con il crollo della campata lato Savona, è diventata un manufatto intrinsecamente e strutturalmente fragile. In atto, la pila 10 si trova ancora in condizione di **gravissimo squilibrio** per la mancanza del peso permanente della campata tampone del lato Savona, crollata il 14 agosto. Semplici verifiche e alcuni approfondimenti numerici mostrano che lo squilibrio di circa 350 tonnellate (il peso trasmesso alla pila 10 dalla campata tampone crollata e quindi non più attiva in funzione del previsto, indispensabile bilanciamento) genera uno squilibrio che può mettere in crisi la pila stessa che ancora "eroicamente" e miracolosamente resiste mostrando inaspettate riserve di resistenza. Malgrado l'**informazione-allarme urgente**, trasmesso 35 giorni fa al Commissario per l'emergenza, il bilanciamento con l'applicazione di un peso parzialmente equilibrante all'estremità della pila 10, lato Savona non è stato ancora fatto. Ripropongo quindi quanto già scritto al Commissario Toti: *L'operazione può essere eseguita in brevissimo tempo e in buona sicurezza prima dell'accesso degli sfollati. Potrebbero infatti venire posizionati - uno alla volta - 8 autocarri da 35 tonnellate circa ciascuno, a pieno carico, su due file parallele, in prossimità dello sbalzo dopo averli posizionati già carichi sul lato Genova fuori dal viadotto. Potrebbero essere utilizzate tecniche più sofisticate e sicure, benché meno immediate, come il posizionamento dei contrappesi con cassoni carichi trainati da un vettore teleguidato in remoto (drone terrestre, "unmanned systems"), uso di gru dal basso (forse già presenti) o di elicotteri anche militari, in grado di trasportare mezzi blindati e perfino carri armati. Di immediata realizzazione, anche se con un inevitabile rischio, seppur minimo, la soluzione di un volontario, eventualmente, Vigile del Fuoco o un Operatore militare specializzato, potrebbe posizionare gli autocarri uno alla volta, come se si trattasse di una prova di carico. Il volontario potrebbe allontanarsi immediatamente, magari con un ciclomotore, dallo sbalzo, per procedere al posizionamento del carico successivo. La situazione più pericolosa si avrebbe al passaggio del primo autocarro, mentre i successivi verrebbero via via posizionati con sicurezza crescente. È evidente che sussiste un inevitabile seppur ridotto rischio di possibile cedimento della struttura, ma l'operazione potrebbe concludersi in circa un'ora, ottimizzando il timing dell'organizzazione. Personalmente ritengo che con gli autocarri l'operazione sia molto più semplice ed in definitiva più sicura e veloce.* Ho anche trasmesso, per conoscenza, l'**informazione-allarme urgente**, già inviata al Commissario per l'Emergenza il 10 settembre scorso, alla Segreteria Nazionale dei Docenti e Ricercatori di Tecnica delle Costruzioni delle Università Statali (Icar 09), ricevendo dai colleghi parecchie attestazioni di condivisione e nessun dissenso o parere contrario. La ringrazio dell'attenzione, ritenendo di aver onorato il mio dovere civile, coinvolgendo il nuovo Commissario prima che sia consentito l'accesso alla zona rossa agli sfollati, perché possa responsabilmente valutare l'ineluttabile incombenza di un possibile, ulteriore incidente.

Distinti saluti Palermo, 14/10/2018 Prof. Ing. Marcello Arici - Palermo

Marcello Arici. Ingegnere civile e professore di Scienza delle Costruzioni e Tecnica delle Costruzioni a Palermo e a Venezia. Per 42 anni, dal 1975 al 2016, è stato titolare del corso di "Costruzione di Ponti e Teoria e Progetto di Ponti" per gli allievi ingegneri civili dell'Università di Palermo. Autore di oltre 100 pubblicazioni su riviste nazionali e internazionali e articoli per congressi nell'ambito delle strutture da ponte, sistemi strutturali, sismica, Tecnica e Scienza delle costruzioni, monitoraggio, manutenzione e riabilitazione di opere d'arte. È stato docente di diversi corsi professionali, corsi di Master, di dottorato e di specializzazione sull'adeguamento strutturale, sulla resistenza sismica di infrastrutture, e sulla Teoria dei ponti presso Ordini Professionali e Università italiane e estere. Ha fatto parte di numerose associazioni del capo scientifico-infrastrutturale: CTA, CTE, AICAP, IABSE, CIAS. Come attività professionale è stato coinvolto in numerosi progetti, sia come Progettista che come Direttore dei Lavori soprattutto nel campo strutturale. I suoi lavori hanno riguardato strutture in zona sismica; cemento armato, cemento armato precompresso, strutture metalliche e in legno lamellare per edifici residenziali, commerciali, scuole, chiese, ospedali, impianti sportivi, strutture interrato e ponti sia in Italia che all'estero.

Grafici Sismici

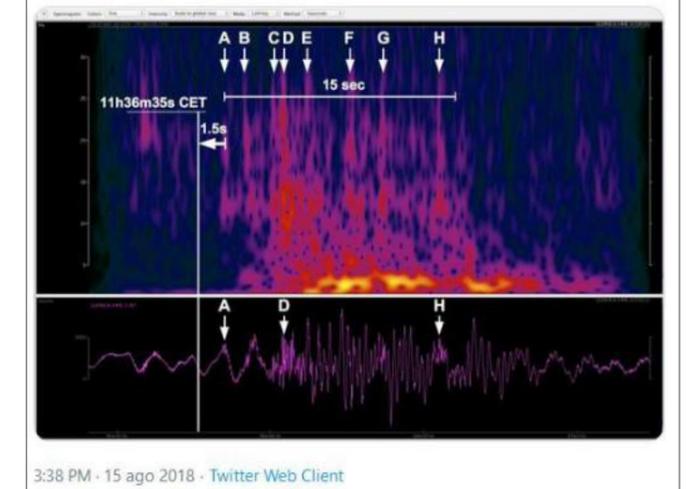
Antony Lomax

14 AGOSTO 2018: IPOTESI DI CROLLO -

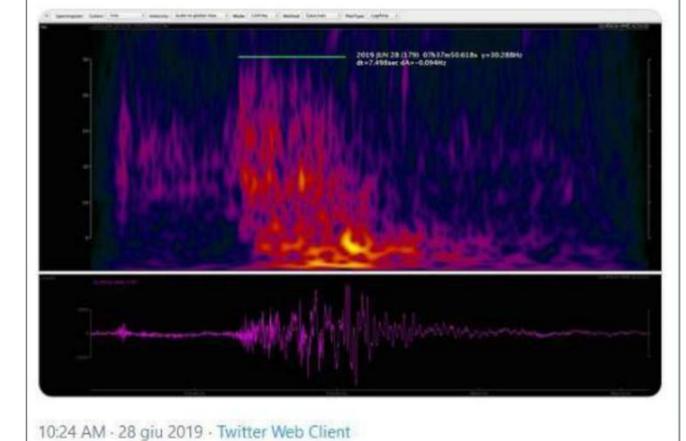


14 agosto 2018
<https://twitter.com/ALomaxNet/status/1029723914874900480>

Spectrogram resolves 8+ main high-frequency energy pulses over ~15s. Each corresponds to a large collapse impact ~1.5s earlier at the bridge: 11h36m35s CET for first large pulse A. Strongest sources are D and later. Low frequency (<5Hz) signal is surface waves from each impact.



Here is the biggest signal recorded at station RNCA between 9h-10h CET. Duration is about 7-8sec, and if this is signal from the #Morandi bridge demolition in Genova, then the first impacts are at about 09h37m41s. Time on seismogram is UTC.



28 giugno 2019
<https://twitter.com/ALomaxNet/status/1144522010577514497>

Analisi di un delitto perpetrato a Genova il 14 agosto 2018 (Demolizione programmata del Ponte Morandi)

Vito Segantini

Premessa

Dichiaro espressamente di non conoscere la verità su quanto accaduto, ma sono spinto dal dovere morale di ricercarla, come insegnatomi in famiglia dagli antenati ed a scuola dai miei insegnanti di ogni ordine e grado.

Subito dopo le ferie, rientrato in Italia, dapprima con curiosità, poi con stupore ed in seguito con preoccupazione e sgomento, iniziai a studiare quanto accaduto.

Scrissi la relazione che segue, a partire da ottobre 2018, aggiornandola secondo gli eventi che si susseguivano, e concessi la prima intervista il 26 settembre 2018 alla TV Rete Veneta che l'inserì nei telegiornali regionali, chiedendo subito una perizia chimica sui reperti anneriti e visibilmente carbonizzati del Ponte Morandi.

1. Analisi in base ai video pubblicati dalle autorità, alle riprese sulle macerie a cura dei vigili del fuoco ed alle riprese con telefonino pubblicate in rete dal sig. Davide di giorgio.

a. dal primo filmato, caricato in rete dal Sig. Davide Di Giorgio alle 11.43 del 14-08-2018, sette minuti dopo l'evento, si vedono chiaramente alcuni intensi bagliori provenienti dal basso che illuminano il cielo, visibili a notevole distanza, in una giornata uggiosa con foschia (foto 1);

b. in successione, ad impalcato già crollato, immediatamente dopo i bagliori, crolla il pilone 9, che era già scarico dal peso dell'impalcato (quest'ultimo sosteneva anche la trave Gerber lato Ovest, non visibile perché già caduta); (vedi fig. 1)

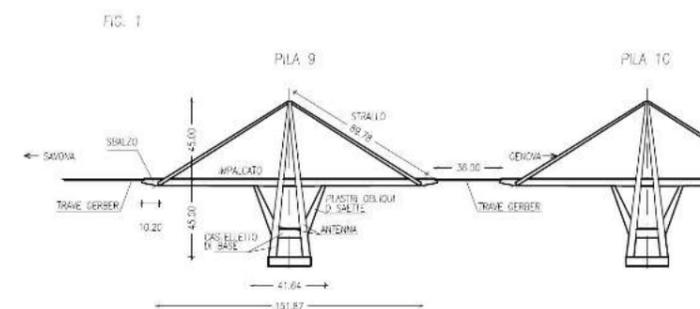


Figura 1. Schema Ponte Morandi

c. le testimonianze di alcune persone che si trovavano vicino al Ponte, tra le quali la sig.ra Silvia Vieri e la sig.ra Paola Camillo Herrera, intervistate dalle tv locali di Genova, riferiscono di intensi bagliori e di un fortissimo e lungo boato prolungatosi nel tempo, indici non solo di un possibile fulmine, ma di una sequenza complessa di eventi;

d. i lampi (bagliori) provengono dal basso e non dall'alto e non possono essere stati generati da un fulmine, o da due o tre fulmini in stretta successione ravvicinati nel tempo, anche perché le tracce dei fulmini normalmente dovrebbero vedersi in alto nell'aere;

e. si è detto che i bagliori sarebbero stati causati dalla caduta del ponte sulle linee di elettrificazione della ferrovia, ma tale circostanza non è stata mai dimostrata e/o testimoniata, ad esempio con dichiarazioni o con una relazione da parte delle Ferrovie dello Stato.



Foto 1. Bagliori provenienti dal basso

Fatto strano che cada prima l'impalcato del pilone: nella statica il crollo per collasso strutturale dei tratti orizzontali avviene, di solito, dopo che sono crollate le strutture verticali. Qui, invece, è avvenuto un fatto simile a quelli previsti dalle tecniche di demolizione standardizzate dei ponti: prima si demolisce l'impalcato e poi il pilone.

Il solettone Gerber di collegamento tra la pila 9 ed il tratto di viadotto ad Ovest, sostenuto da soli pilastri sottostanti, lungo 36 metri, era semplicemente appoggiato a dei denti orizzontali all'estremità degli impalcato onde consentire una disgiunzione degli stessi; esso, già caduto, non avrebbe mai potuto trascinare a rovina il pilone 9: infatti dalla parte Est il pilone n° 10 ha resistito benissimo agli scossoni ed alla caduta del solettone Gerber di collegamento ed è rimasto intatto (foto 2).

Il giorno dopo la caduta del Ponte i media avevano già sentenziato che essa sarebbe stata causata dal cedimento di uno strallo ed alla tv di Stato si è presentato un noto divulgatore, ricercatore del CNR (dott. Valerio Rossi Albertini), con un modellino indicante il sostegno dell'impalcato del ponte effettuato esclusivamente dagli stralli (tiranti), tesi direttamente tra due pile, senza alcun appoggio sui pilastri obliqui del castello centrale di ogni pila e senza la presenza della trave Gerber di disgiunzione. Lo schema statico illustrato era di pura fantasia, del tutto diverso dallo schema statico effettivo del Ponte e non si sa se ciò fosse dovuto a totale ignoranza o a malafede. Egli ha illustrato che la caduta del ponte sarebbe stata dovuta al cedimento di un tirante: dichiarazioni fuorvianti, del tutto prive di fondamento scientifico e di riscontro nello schema statico della struttura, che era costituita, invece, da una trave iperstatica su quattro appoggi, indipendente per ogni pila; si è trattato di un vero e proprio depistaggio, primo di una lunga serie (foto 3).

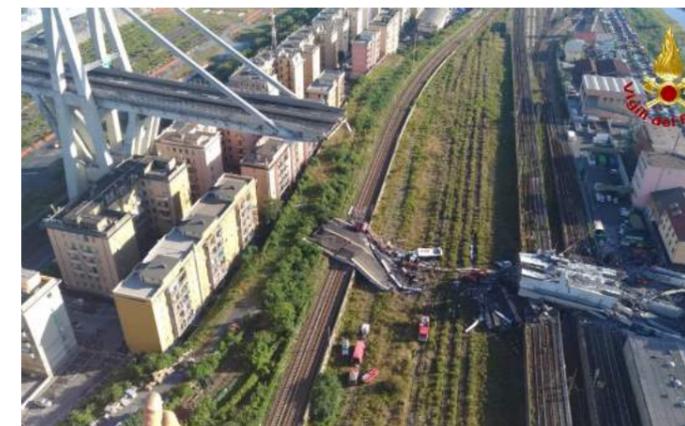


Foto 2. Pila 10 e macerie trave gerber e campata cappottata



Foto 3. Spiegazione valerio rossi albertini 15-08-2018

Dalle foto del ponte in corso di costruzione, esso è in opera senza i tiranti (stralli) precompressi, che in questo ponte, fungevano anche da puntoni, ma solo con tiranti temporanei posti appena sopra l'impalcato (foto 4).

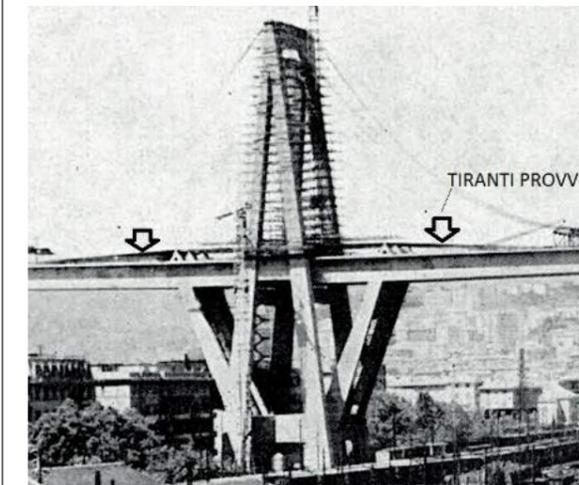


Foto 4. Ponte in costruzione e tiranti provvisori

Gli stralli furono installati verso l'ultimazione della costruzione, quando l'impalcato era già in opera, con funzione stabilizzante e portante ridotta ad un tratto di carreggiata e di sostegno a parte della trave Gerber di collegamento con le altre strutture in opera; probabilmente il ponte sarebbe potuto rimanere in opera anche successivamente ad un eventuale cedimento di uno strallo, in quanto al momento del crollo vi erano pochi veicoli che percorrevano il ponte, il traffico era scorrevole, il carico dei veicoli sul ponte era ridotto e costituiva non più del 5% dei carichi totali gravanti: pertanto le sollecitazioni su di esso erano minime.



Foto 5. L'ing riccardo morandi spiega lo schema statico di un ponte

In un filmato tratto da una lezione, l'Ing. Morandi spiegava lo schema statico di un ponte (foto 5), e si riferiva ad un ponte diverso da quello sul Polcevera a Genova, in quanto non erano presenti i sottostanti pilastri obliqui (foto 4) di sostegno dell'impalcato (quelli i cui attacchi sono carbonizzati nelle foto) che, sollecitati a compressione nella parte alta ed a pressoflessione nella parte bassa, svolgevano una fondamentale funzione portante, scaricando gran parte del peso dell'impalcato, tramite il castello centrale, direttamente sulla fondazione.

Dai filmati forniti dai Vigili del Fuoco, si vede che i tratti di questi pilastri obliqui, nel punto in cui si sono staccati, che corrisponde alla zona di maggiore sollecitazione, si presentano anneriti (foto 6). Alcuni media hanno sviato in malafede l'attenzione, ipotizzando difetti di progettazione inesistenti. Sugli attacchi dei pilastri e sulle strutture vicine vi sono evidenti tracce di carbonizzazione, mentre dalle foto, quelli ancora in opera nelle altre pile, sono grigio chiaro quasi bianchi: nel mese di febbraio 2019 chiesi al Sig. Procuratore di Genova di far eseguire una prova chimica onde accertare o meno la presenza di tracce di esplosivo sulle parti carbonizzate ed un carotaggio per vedere se, all'interno dei pilastri degli altri piloni rimasti in opera, il calcestruzzo fosse nero o grigio chiaro, ma non ebbi alcuna risposta.



Foto 6. Attacco pilastri obliqui e varie parti annerite

Possibile che tutti i pilastri obliqui, sottostanti l'impalcato, costruiti di calcestruzzo armato massiccio si siano frantumati in un istante? Nel castelletto centrale, in corrispondenza delle zone carbonizzate, nei punti in cui i pilastri obliqui si sono staccati, i ferri di armatura sono rimasti in opera dritti verso l'alto (foto 7), come se i pilastri fossero stati staccati, sfilati e spinti verso l'alto, fatto coerente con quanto ritrovato nelle macerie.

Rilevo che l'acciaio delle strutture reagisce in modo elastico (variabile in base al tipo) ai carichi e normalmente nelle calcolazioni strutturali è sollecitato al massimo ad 1/2 della sua capacità di risposta elastica; in caso di aumento notevole dei carichi, oltre la fase elastica, avviene una fase di snervamento, cioè di allungamento dell'acciaio a carico costante e, successivamente, all'aumento ulteriore dei carichi, avviene il fenomeno della plasticizzazione, con notevoli allungamenti dell'acciaio prima del cedimento: in tutte queste fasi l'acciaio conserva la capacità portante (Vedi fig. A), non vi è mai una rottura fragile dello stesso, come, invece, risulta quella documentata dai video e dalle foto delle macerie del ponte. Considerando che gli stralli con anima in acciaio sono lunghi circa 90 metri, assegnando agli stessi un'elasticità minima del 2%, molto al di sotto di quella effettiva, prima di una eventuale rottura a trazione, lo strallo si sarebbe allungato senza alcun cedimento, mantenendo la sua azione portante, di metri $90 \times 0,02 =$ metri 1,80 e tale circostanza di allungamento e di avvallamento della carreggiata sarebbe stata ampiamente riscontrabile prima del cedimento,

che, ricordo, è avvenuto improvvisamente e con un carico accidentale minimo (ad esempio le attuali norme tecniche - NTC 2018 - prevedono per un acciaio del tipo B450C un allungamento minimo del 7,5%, mentre per gli acciai armonici da precompressione l'allungamento minimo è 3,5%).



Foto 7. Particolare ferri di armatura rivolti verso l'alto

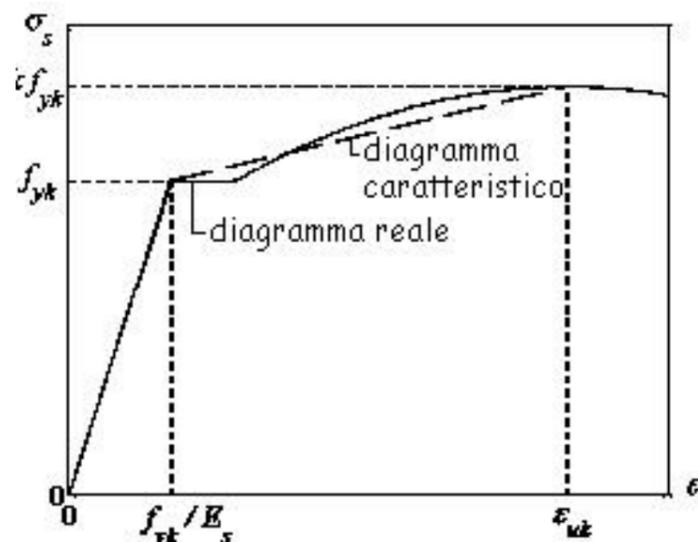


Figura 2. Diagramma sforzo-deformazione tipico dell'acciaio

Tutta la fase di comportamento elastico dell'acciaio, all'aumentare delle sollecitazioni, è scientificamente provata ed è presente in tutti i testi di scienza delle costruzioni.

Solo in casi eccezionali, come accaduto in America al Silver Bridge il 15-12-1967, si può parlare di stress corrosion, (tenso corrosione) ovvero di rottura fragile dovuta al degrado di un materiale dovuto all'azione combinata di corrosione e applicazione di un carico: in quel caso il ponte totalmente metallico, costruito nel 1928, era corroso in un tirante e sottoposto a carichi ben superiori ai carichi di progetto.

Anche nel caso del Ponte Morandi non è avvenuto alcun allungamento dell'acciaio, ma una rottura fragile, ma, come risulta dalle anticipazioni sulla stampa della perizia redatta dall'Ente Svizzero EMPA, le barre di acciaio risultano tranciate di netto, in punti in cui erano integre e senza alcuna corrosione, come fossero barre di vetro, ed anche i trefoli di acciaio armonico dei tiranti sono spezzati in una zona inusuale, facilmente raggiungibile, non lontana dai manicotti di fissaggio dei tiranti all'impalcato, manicotti ancora in perfetto stato, strettamente ammorsati (foto 8), mentre il carico dei veicoli sul ponte era minimo. Non si può parlare quindi di stress corrosion

come causa della caduta del Ponte Morandi.

In data 25 settembre 2018 è stata pubblicata sul sito del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti la relazione della Commissione Ispettiva sul crollo del ponte: una generica relazione che ascrive le cause del crollo probabilmente all'avanzato stato di degrado delle strutture e che lamenta una mancata relazione documentale. La relazione si duole anche del fatto che la Procura di Genova non abbia fornito alcun video, tra quelli in suo possesso, per aiutare a capire i motivi della caduta del ponte, nonostante le ripetute richieste della Commissione medesima. Mi sarei aspettato molto di più, ad esempio una prova di trazione sugli stralli in acciaio per constatare effettivamente la loro resistenza alle sollecitazioni crescenti di trazione nel corso della prova e l'effettiva capacità di resistenza allo stato limite ultimo [di snervamento (f_y) - prima - e di rottura (f_t) - poi] e contemporaneamente una perizia chimica per verificare o meno la presenza di tracce di esplosivo sulle macerie del ponte, per fugare ogni dubbio: nulla di tutto questo. La Procura all'epoca dichiarò che non intendeva pubblicare i filmati (che evidentemente esistevano) per non influenzare le deposizioni dei testimoni. Ma quanti testimoni avrebbe dovuto ancora interrogare la Procura a più di un mese dal crollo e cosa aspettava a finirli? E visto che possedeva i video, a che cosa servivano gli interrogatori?



Foto 8. Ferri strettamente ammorsati ai manicotti

Ulteriori dettagli fondamentali da tenere in considerazione:

FIG. 3

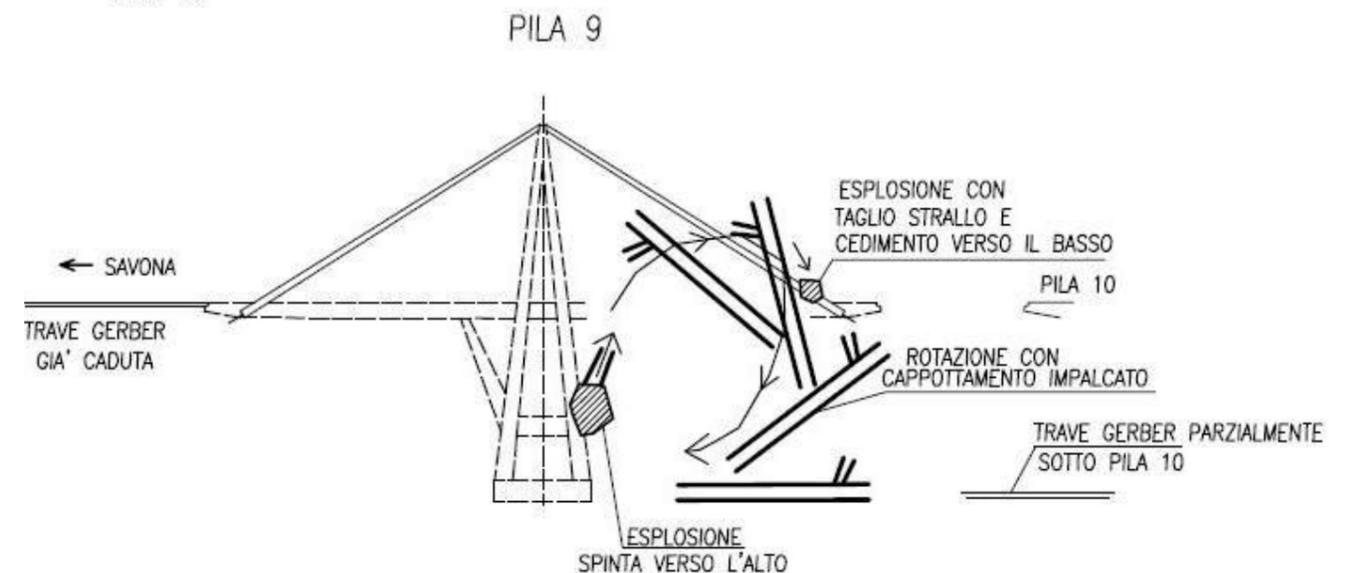


Figura 3. Schema cappottamento campata est

- risulta, dai filmati dei Vigili del Fuoco, che la campata stradale della pila 9 lato Est, tra i pilastri obliqui e l'attacco dello strallo, della lunghezza di circa 50 metri, sia caduta a terra cappottata sulla lunghezza e spostata verso la pila 10, come pure spostato parzialmente sotto la pila 10 giace il solettone Gerber lato Est (foto 2 e 9 e fig. 3).

- risulta, inoltre, che già il 23 Agosto 2018 il sindaco di Genova si sia incontrato con un gruppo di lavoro dell'Università di Genova per programmare la demolizione di tutti i 1200 metri del Ponte Morandi, decisione presa senza alcun accertamento tecnico sulla verità di quanto accaduto, ovvero se il ponte sia caduto da solo o sia stato demolito.



Foto 9. campata cappottata per il lungo e monconi pilastri in alto; all'angolo in alto a destra si vede estremità pila 10

2. Considerazioni in base a quanto conosciuto al 31-12-2019

Sembra incredibile, ma vogliono farci credere che la rottura di un tirante di un ponte causi sui pilastri effetti di bruciature e di carbonizzazione: possibile? In 2000 anni di costruzioni di ponti questo sarebbe il primo caso.

In base agli elementi noti appare evidente che:

- i forti bagliori, provenienti dal basso (e molto distanti dalle linee ferroviarie), e gli assordanti

intensi e prolungati frastuoni riferiti dai testimoni, indicano, assieme alle bruciature, alla carbonizzazione dell'attacco dei pilastri obliqui ed al cappottamento per il lungo della campata est, che l'evento, quasi sicuramente, fu causato da una serie di esplosioni provocate da cariche poste alle basi dei pilastri obliqui, alle basi delle antenne e sui tiranti, punti fondamentali che garantivano l'equilibrio statico del Ponte. Nel primo filmato del sig. Di Giorgio si nota anche una nuvoletta piroclastica a sinistra verso la fine del video, circostanza che avviene solo in caso di esplosione; (foto 10)



Foto 10. Nuvola piroclastica

- b. il terremoto di 1.6 gradi Richter, registrato dai sismografi, e pubblicato, costituito da 8 impulsi tutti all'incirca della medesima intensità, dopo le 11.36.35 e prolungato per quasi 20 secondi, fu dovuto, con ogni probabilità, alla serie di 8 diversi impatti al suolo delle diverse sezioni del ponte. Le analisi sismiche sono importanti perché scadenzano la durata del crollo e confrontano (anche se impropriamente) l'effetto di un supposto cedimento di "strallo" con l'utilizzo di centinaia di chili di dinamite (Figura 4).

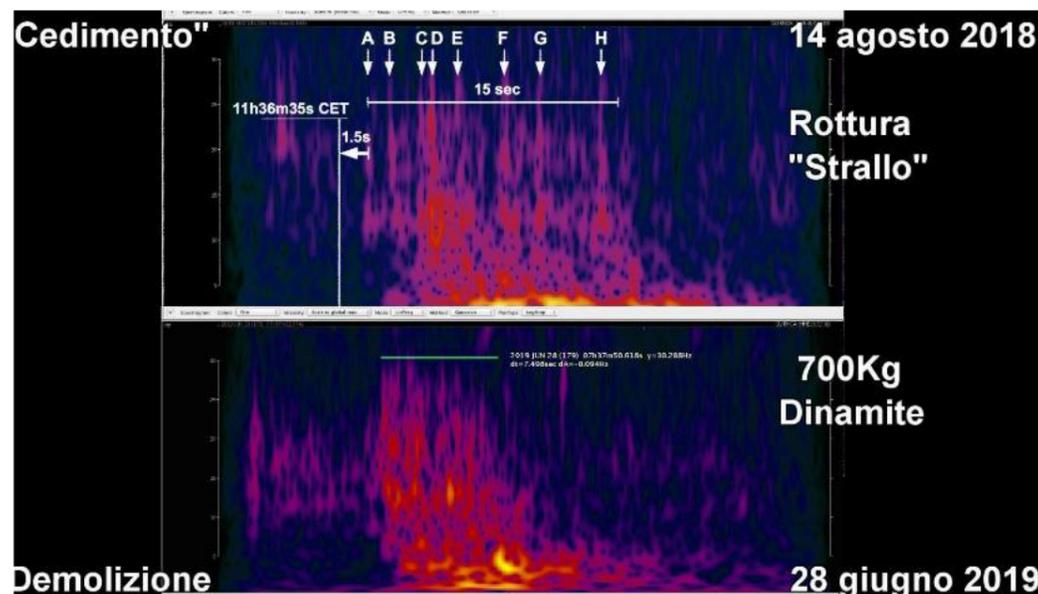


Figura 4. Comparazione sismografi

3. Confronto dei video pubblicati

- a. un primo video, pubblicato da GenovaQuotidiana il 16 agosto 2018, mostra il traffico scorrevole da ovest verso il ponte e si interrompe proprio quando si dovrebbe iniziare a vedere cosa

succede; il video dura 15 secondi esatti, ma alla base, l'orario in sovrapposizione indica che sono 16, come poi accertato;

- <https://www.youtube.com/watch?v=BIldWvjTaE>
- b. un secondo video, pubblicato il 20 agosto, comprende le riprese di due videocamere dell'isola ecologica Amiu: la prima puntava sull'ingresso verso il Polcevera e mostrava il riflesso del ponte nella tettoia sottostante, l'altra la zona interna investita dal crollo. Oltre ai tagli successivi al crollo ben identificabili, ci sono due tagli, uno per ogni videocamera, antecedenti al crollo: tra il fotogrammi 13 e 14 del secondo 27 per la videocamera che guardava verso il Polcevera; tra i fotogrammi 10 e 11 del minuto 1 e secondo 14 per la camera puntata verso l'interno. Tagli inspiegabili, a pochi secondi dal crollo; <https://youtu.be/nv9bDogDEWw>
- c. un terzo video, pubblicato l'1 settembre 2018 con il logo della Questura, mostra vari veicoli ed in particolare un'autocisterna bianca immediatamente davanti al camion della Basko, che scompare, non cade nel crollo, e ricompare oltre il ponte, dopo il crollo, senza alcun problema, mentre un camion con cassone rosso compare improvvisamente sulla corsia verso Savona: sono evidenti le manomissioni al video; dopo molte proteste, le manomissioni verranno giustificate come tagli effettuati per non annoiare la vista del filmato; <https://www.youtube.com/watch?v=CiNGO0avqHw>
- d. in data 26-09-2018 la Polizia di Stato, per placare le polemiche, ha diffuso il video, originale a suo dire, delle riprese del ponte dalla telecamera della Società Autostrade, e ha fatto un ulteriore pasticcio in quanto ad inizio video si vedono nitidamente il ponte e tutti i piloni; man mano che avanzano le riprese, il video viene progressivamente intorbidito onde oscurare completamente il ponte ed impedire la visione di quanto accaduto: evidentemente anche questo video è manomesso; <https://www.youtube.com/watch?v=lZZM83gkpzA>

e. in data 03-10-2018 un ulteriore doppio video, rilasciato dalla Guardia di Finanza, mostra nella prima fase il ponte, da una grande distanza, ancora in opera (all'errato orario delle 11.40); successivamente, dopo un sicuro taglio di fotogrammi, reso ancor più evidente dalla improvvisa sparizione dei veicoli presenti nel vicino distributore di benzina, il

ponte scompare senza alcun crollo e non si vede nulla di significativo, ma la scena non si intorbidisce come invece nel filmato del 26-09-2018; nella seconda parte, l'inquadratura della videocamera di sorveglianza della ditta Piccardo riprende la strada dall'altro lato del Polcevera, di fronte all'isola ecologica Amiu: il video si interrompe prima del crollo, e riprende poi a crollo già terminato <https://www.youtube.com/watch?v=DQbcXcbmVp4> <https://www.youtube.com/watch?v=DQbcXcbmVp4>

[youtube.com/watch?v=9D8ZVhUO1L0](https://www.youtube.com/watch?v=9D8ZVhUO1L0);

- f. Il Procuratore di Genova ha dichiarato, in concomitanza con la pubblicazione del primo video, che vi sono stati problemi di black out; dal video del 26 settembre, invece, si vedono le scene continuare oltre l'orario indicato dal primo video, pertanto il primo video, che si dissolve ed interrompe prima, risulta sicuramente manomesso.

4. Quesiti

- a. Perché la magistratura in data 16 Agosto 2018 ha dichiarato che le telecamere di Autostrade SpA hanno cessato di funzionare per l'onda sismica conseguente al crollo, quando il video risulta interrotto molto prima dell'onda sismica?
- b. Perché, poi, ha cambiato versione e dichiarato che dell'acqua è penetrata nella centralina elettrica delle telecamere, che per questo hanno cessato di funzionare, ma, nonostante la pioggia battente, esse si sono asciugate, quasi subito, mentre pioveva, e hanno ripreso a funzionare dopo il crollo?
- c. Perché sono stati sequestrati, con un'azione efficientissima, tutti i filmati delle telecamere presenti nella zona del ponte che possono aver ripreso quanto successo e vengono tenuti secretati?
- d. Perché il Procuratore di Genova in data 31 Agosto 2018 ha criticato aspramente le dichiarazioni del Prof. Enzo Siviero circa la possibilità che il Ponte fosse stato fatto deliberatamente cadere, definendole deliranti e fantasiose, entrando a gamba tesa nel merito, invece di incaricare un perito per effettuare le debite verifiche?
- e. Chi ha la forza di condizionare così pesantemente la tv di stato, le altre tv, la stampa e tutto il "main stream", proibendo il dibattito su queste circostanze e non ponendo tali urgenti interrogativi su quanto accaduto?
- f. Chi ordina e ha la forza di far rilasciare alla Polizia di Stato ed alla Guardia di Finanza video manomessi, causando delegittimazione e perdita di fiducia nelle Forze dell'Ordine da parte della popolazione?
- g. L'urgenza di far sparire le macerie e nella fattispecie il cemento annerito forse è funzionale ad eliminare delle prove?
- h. Il cemento delle travi e dei pilastri caduti si annerisce e carbonizza in quel modo solo in seguito ad un'esplosione. È stata ordinata una perizia chimica per accertare la presenza o meno di eventuali tracce di esplosivo e per definirne la matrice (civile o militare) prima della rimozione, manomissione e sparizione delle macerie carbonizzate ed annerite? Perché non abbiamo alcuna notizia che confermi l'effettuazione di tale perizia? E se tale perizia non è ancora stata effettuata, perché la Procura di Genova si è ostinata a non ordinarla, visti i costi esigui e l'importanza fondamentale della stessa nell'accertamento della verità?
- i. Chi può disporre di quantità di esplosivo così elevate per demolire circa 70.000 tonnellate di calcestruzzo armato e di ingegneri strutturisti che sappiano dove posizionare l'esplosivo e di genieri che lo posizionino e che poi tacciano? Hanno nulla a che fare con tutto ciò i lavori protratti tutta la notte del 13 agosto, fino alle luci dell'alba del fatidico 14 agosto, eseguiti proprio sulla Pila 9? <https://video.sky.it/news/cronaca/crollo-ponte-le-immagini-dei-lavori-la-sera-prima/v441649.vid>

5. Esame approfondito del video pubblicato l'1 luglio 2019 dalla Guardia di Finanza di Genova (prova regina)

L'esame del video è stato possibile grazie al supporto dell'appassionato video informatico Sig. Claudio Morgigno, che ha permesso di analizzare ogni singolo fotogramma con il programma Cyberlink PowerDirector.

Di fatto il video è un libro aperto che è sufficiente leggere con attenzione.

Dal controllo a computer del filmato diffuso l'1 Luglio 2019 si rileva che:

- a. il video è composto da complessivi 2405 fotogrammi;
- b. la frequenza delle immagini è di 25 fotogrammi al secondo;
- c. il filmato dura 96,28 secondi ed è ripetuto 2 volte, prima con ingrandimento sul lato del ponte, poi a schermo intero;
- d. il totale delle immagini comprese quelle con micro movimenti di solo qualche pixel sono 274 molte delle quali dovute a possibili fenomeni di compressione dei video, mentre le immagini di vero movimento sono 143; pertanto 274 immagini / 25 immagini al secondo = 11 secondi di immagini con un qualche movimento. Le immagini con movimenti veri sono 143 pertanto 143 / 25 immagini al secondo = 5,72 secondi di immagini con movimenti effettivi, reali;
- e. tutte le altre immagini nella durata del filmato sono immagini doppie o triple ripetute;
- f. dato che il filmato dura 96,28 secondi e le immagini effettivamente in movimento durano 5,72 secondi, risultano mancanti: 96,28 - 5,72 = 90,56 secondi. In base al tipo di sistema di registrazione installato, per risparmiare spazio di memoria, alcuni recorder di sicurezza salvano solo 7/8 fotogrammi al secondo, come potrebbe essere il caso della Ferrometal. Ciò significherebbe però che il video dovrebbe contenere 7 fotogrammi ogni 25, ovvero approssimativamente almeno 96,28 x 7 = 674 immagini anziché le 143 che esso contiene. All'appello mancano circa 674 - 143 = 531 fotogrammi, tagliati, nascosti e sovrapposti con fermo immagine;
- g. cosa sia successo negli oltre 500 fotogrammi di video che risultano omessi non è dato di sapere;
- h. come possa tale video essere stato definito la "Prova Regina" non è dato di sapere;
- i. in proposito, un comunicato dell'8 Luglio 2019 del Secolo XIX ci riferisce che alcune immagini sono state eliminate per "Rispetto nei confronti delle famiglie" in quanto erano visibili e riconoscibili alcune vittime!!
- j. ma come sarebbero state riconoscibili, se le auto erano nere e grandi meno di un francobollo e sono cadute dietro l'edificio a righe chiare?
- k. un successivo comunicato su Genova Today del 12 Luglio riferisce che nessuna manomissione al video è avvenuta. A chi credere?

A. Metodo di indagine

Ho provveduto a riprodurre in un disegno geometrico con il CAD gli elementi strutturali del Ponte presenti nel video pubblicato, partendo dal fotogramma 00 al secondo 00.

È risultata una descrizione grafica prospettica iniziale prima del crollo e prima di qualsiasi movimento; ogni movimento nel procedere del video sarà confrontato con questa rappresentazione prospettica iniziale.

B. Contenuto del video

Il video ufficiale diffuso è privo di orologio segnatempo, sempre presente nei video.

Ho provveduto ad inserire un orologio per individuare la tempistica ed i singoli fotogrammi.

C. Analisi del filmato

Dal secondo 0 fotogramma 0 (foto 11)



Foto 11. Secondo 0, fotogramma 0

si nota che, a partire dal pilastro costituente la biella obliqua più a destra, prima dell'antenna sud, oltre la stessa, dietro il lampione e fino ad intersecarsi con il tetto a strisce bianche e scure dell'edificio basso, manca un tratto sottostante d'impalcato nella larghezza; esso sembra essere stato rosicchiato e pure lo spessore del cassone in altezza è inferiore a quello che dovrebbe vedersi, facendo riferimento alle regole ferree della prospettiva: infatti nelle viste prospettiche dal punto di fuga (o punto di vista) della prospettiva, la regola dice che le linee generatrici degli elementi rappresentati sono continue e convergenti verso il punto di fuga.

In questo fotogramma (e nei successivi) questo non si verifica poiché l'impalcato, a partire dalla biella obliqua più a destra fino all'intersezione dietro l'edificio basso, non segue questa regola assoluta del disegno geometrico. Evidentemente il filmato non rappresenta la situazione reale e già al fotogramma 0 del secondo 0, non solo la mancanza di fotogrammi, ma la loro manomissione è certa e dimostrata.

Sempre al secondo 0 fotogramma 0, lo strallo Nord-Ovest non risulta attaccato in cima al traversone, ma più in basso di circa 80 cm. Ciò è impossibile, in quanto dalle foto storiche tale situazione non risulta presente e lo strallo è attaccato in alto in corrispondenza della linea generatrice superiore del traverso (foto 12 con in primo piano la pila 11).



Foto 12. Strallo attaccato in alto sul traverso

Dal secondo 0 i primi 6 fotogrammi sono di fermo immagine; solo al fotogramma 7 improvvisamente compare il camion autocisterna bianca, già a ridosso dell'antenna Sud, che si salverà dal crollo. E prima dov'era? (foto 13).



Foto 13. Compare improvvisamente autocisterna bianca

Al secondo 20 FG 18 si vede un primo bagliore.

Al secondo 36 FG19 (foto 14) gli impalcato Ovest (mentre passa un camion) ed Est (con il Tir trasportante il coil già sulla Gerber), in corrispondenza dell'attacco degli stralli, si abbassano, facendo perno (o fulcro) sui pilastri costituenti le bielle oblique.

I due stralli Sud sembrano allentarsi nella loro sommità, (per inciso: non si vedono, l'immagine a video è tagliata, e **non è dato di sapere** la causa del loro allentamento) mentre il traversone in alto e l'antenna Sud ruotano leggermente verso Ovest.

Tale situazione di abbassamento di circa 50 cm rimane pressoché inalterata anche al secondo 37, FG 2, 9, 17, con proseguimento, appena percettibile, dei movimenti precedenti.

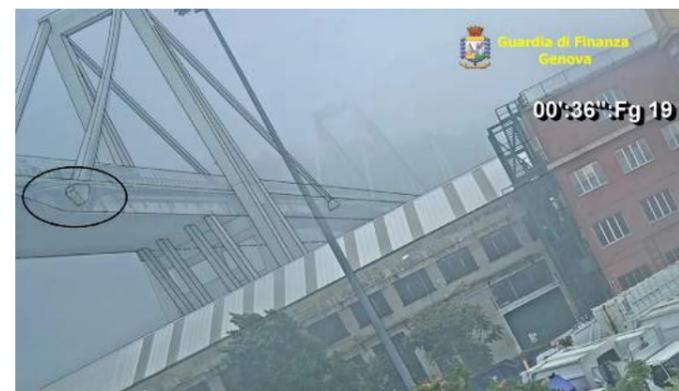


Foto 14. Abbassamento campata con fulcro sui pilastri obliqui

Al secondo 38 FG 0 e 16, (foto 15) sia ad Ovest che ad Est, il cassone costituente l'impalcato si spezza (a scavezzo) in un tratto non sollecitato, intermedio tra i puntoni delle saette sottostanti (che avrebbero potuto costituire il fulcro) e gli stralli, cosa inspiegabile (a meno che non vi siano dei tagli video).

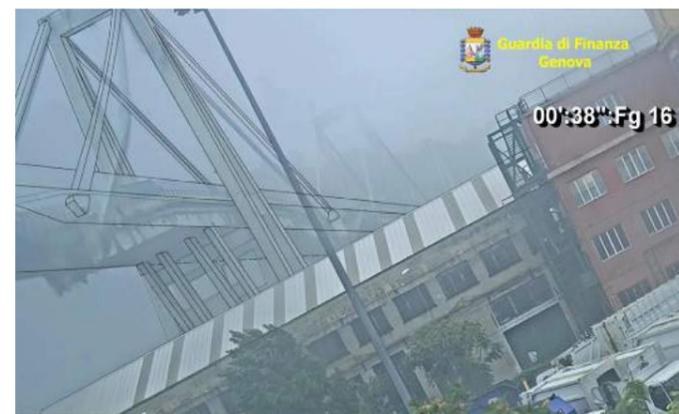


Foto 15. Impalcato si spezza a scavezzo

L'abbassamento è improvviso in circa 1/25 sec, cosa impossibile, secondo le leggi della fisica, in questo brevissimo tempo, vista l'enorme massa di materiale che deve iniziare e compiere il movimento.

L'impalcato Est appare spezzato in tre tronconi:

- 1) la trave Gerber;
 - 2) una parte di impalcato che si abbassa all'estremità assieme alla trave Gerber e che si estende fino a dove il cassone appare scavezzo, ovvero fino ad un tratto intermedio tra il supporto delle bielle oblique e lo strallo;
 - 3) un altro tratto, che appare ancora in opera, collegato alla zona centrale dell'impalcato, tra le antenne e la zona intermedia sopra indicata e che risulta leggermente incurvato verso il basso.
- Anche l'impalcato Ovest appare spezzato, ma in due tronconi in quanto:
- 1) la trave Gerber non si vede;
 - 2) il tratto di impalcato più ad Ovest si abbassa dall'estremità (senza la trave Gerber) fino a dove il cassone appare scavezzo, ovvero fino ad un tratto intermedio tra il supporto delle bielle oblique e lo strallo;
 - 3) il tratto centrale dell'impalcato, che appare ancora in opera, risulta leggermente incurvato verso il basso, simmetricamente al corrispondente tratto ad Est.

Il cedimento dello strallo Sud-Ovest a ginocchio di cicogna è inspiegabile, in quanto appare sempre attaccato in basso

all'impalcato e pure in alto all'antenna (ma nel video non si vede, per le stesse motivazioni più sopra riferite); contemporaneamente lo strallo Sud-Est (che non si piega) sembra staccarsi in alto; esso ha un comportamento innaturale, in quanto si sposta traslando (non ruotando) verso sinistra, cioè verso l'antenna, ma non si vede cosa succeda in cima, in quanto lo stesso è in parte nascosto dall'antenna Sud; esso comunque appare ancora attaccato alla base dell'impalcato Est, che dal video si è abbassato di oltre 5 metri. L'antenna Sud è immobile, seppure in alto entrambe le estremità dei pilastri, di cui è costituita, si siano spezzate e si muovano verso Ovest, trascinando parte del traversone che si spezza in tre conchi, mentre compare un inspiegabile dente, come un gradino sotto il conchio più a destra in un tratto lineare (vedi Foto 16).



Foto 16. Sec 38 fg 16 senza sovrapposizione di disegno

Stranamente ed inspiegabilmente l'antenna Nord si sposta tutta a destra senza ruotare, effettuando una traslazione che parte dalla base, fatto che non trova riscontro in nessun testo od evento e che non ha alcuna giustificazione statica o dinamica. A che cosa siano dovuti questi spostamenti e queste rotture a taglio su strutture massicce, non è dato di sapere.

Lo strallo Nord-Ovest (di sinistra) appare pure spostato a destra (verso Est), mentre lo strallo a Nord-Est appare immobile, nonostante lo spostamento dell'antenna e l'abbassamento dell'impalcato Est, già avvenuto.

Il tratto di impalcato Ovest, a sbalzo, a sinistra del traversone e dei manicotti di fissaggio degli stralli alla base dell'impalcato, della lunghezza di circa 10 metri, seppure costituito di calcestruzzo pieno, ben armato con ferri di acciaio e super rinforzato, appare disintegrarsi inspiegabilmente ed è già del tutto mancante a sinistra della sezione di attacco dello strallo, come se fosse stato tagliato via: anche questo fatto appare inspiegabile e contrasta clamorosamente con le riprese fotografiche pubblicate dai Vigili del Fuoco subito dopo il crollo, nelle quali, invece, il tratto a sbalzo è presente e ben solidale al tratto di impalcato prima dell'attacco dello strallo e monoliticamente è conficcato a terra quasi in verticale sul greto del torrente (vedi foto 17 report fotografico). Anche in questo fotogramma 16 la manomissione appare evidente.

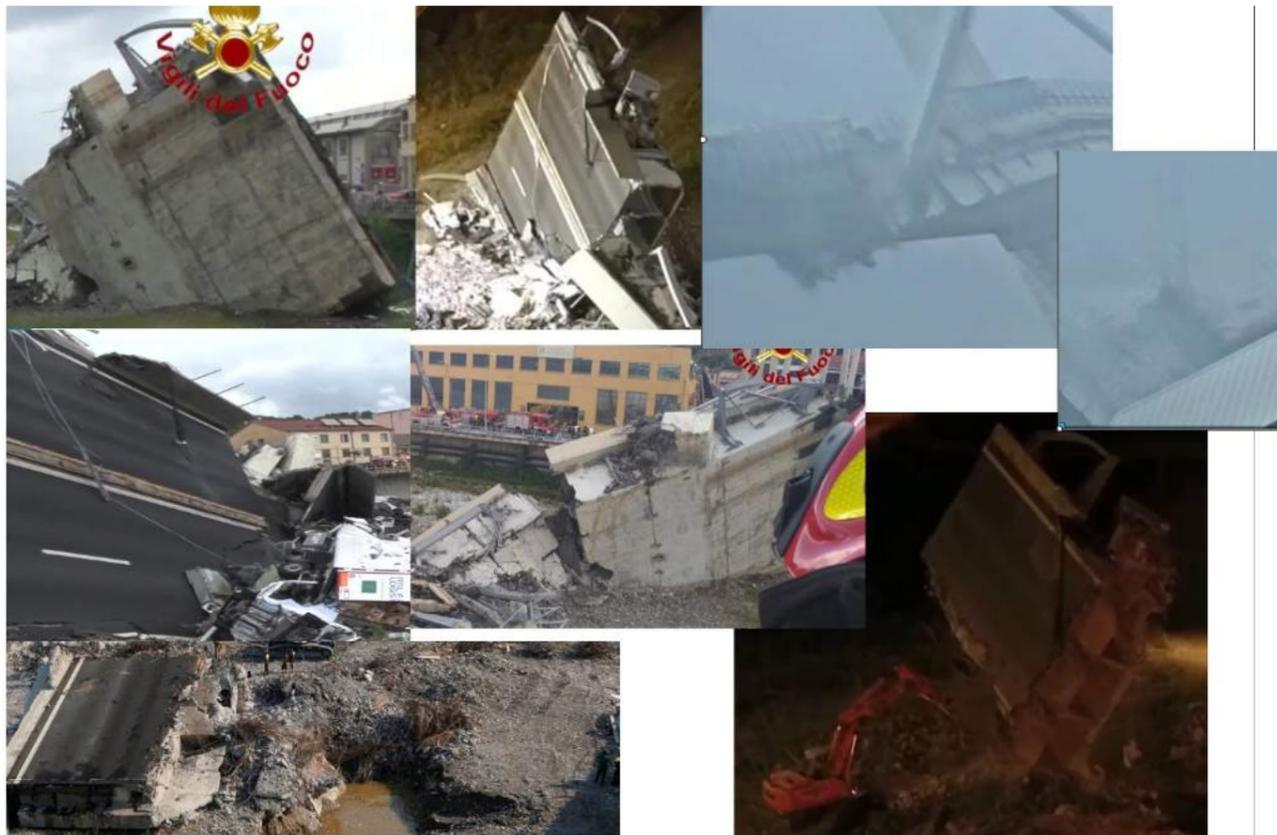


Foto 17. Report fotografico confronto reperti - filmato

Al secondo 38 FG 24 (foto 18), a sinistra, si vede l'impalcato Ovest crollare con l'autoarticolato dal semirimorchio centinato bianco, abbassandosi di almeno 20 metri; l'impalcato si è stratificato su più livelli: un piano stradale, pressoché orizzontale, inferiore sostiene ancora il camion bianco e corrisponde alla vista di fianco dell'impalcato; altri tre livelli mostrano impalcati sovrapposti, con inclinazione crescente, nella medesima posizione. Il tratto Ovest sembra completamente staccato dall'impalcato centrale, ancora sostenuto dai pilastri obliqui sottostanti, ed è in evidente contrasto con l'inclinazione delle auto che arrivano con i fanali accesi.

Lo strallo Sud-Ovest, piegatosi a ginocchio (probabilmente per il venir meno del vincolo della precompressione e quindi per l'accorciamento dell'acciaio, che evidentemente non ha ceduto), appare ancora attaccato al cassone in basso ed al traverso in alto, quest'ultimo in corso di disintegrazione: mentre in alto appare un abbassamento del punto di attacco dello strallo di circa 5 metri, in basso l'abbassamento è di almeno 15 metri, oltre all'accorciamento dello strallo dovuto alla piega verso l'alto a ginocchio di cicogna (a circa metà lunghezza); pertanto lo strallo, così come mostrato, dovrebbe essersi allungato di almeno 20 metri senza spezzarsi in più parti.

Lo strallo Nord-Ovest risulta ben attaccato alla base ed in alto ed è leggermente spostato verso Est a seguire la leggera traslazione e contemporanea rotazione oraria dell'antenna Nord: si è pertanto allungato di almeno 15 metri visto il notevole abbassamento dell'impalcato.

L'impalcato Est, che sulle macerie è stato rinvenuto cappottato per il lungo, appare attaccato in corrispondenza delle antenne, quasi immobile ed inclinato verso il basso di circa 45°, sembrando appoggiato a terra, mentre i pilastri costituenti le bielle oblique, di fondamentale supporto, sembrano non esistere.

Mentre la catastrofe è in corso, l'antenna Sud è immobile, non si è mossa di un millimetro e non risulta sbilanciata dallo stacco (forse) degli stralli, ma risulta spezzata e mancante del tratto sommitale, che con il traverso, appare in caduta libera a metà altezza tra la cima ed il piano stradale.



Foto 18. Collasso completo impalcato ovest

Lo strallo Sud-Est, nel frattempo, appare spostato molto a sinistra, ma sempre diritto: esso compare in un tratto basso a destra dell'antenna Sud, ma, se staccato e diritto, dovrebbe apparire anche a sinistra dell'antenna medesima nel suo sviluppo verso l'alto, cosa che non appare nel video. Un tratto dello strallo Sud-Est in alto (lungo circa 3 metri) risulta ancora attaccato al traverso e rispetta esattamente il profilo individuato dalle linee geometriche del disegno tracciato al secondo 0 FG 0 (foto 11)

del filmato; lo strallo Sud-Est, che appare ancora in opera e che arriva quasi a terra attaccato all'impalcato Est, sembra essersi allungato di almeno 40 metri.

Lo strallo Nord-Est in alto appare appena muoversi, ruotando verso Est con una nuvoletta scura dai contorni indefiniti: esso mantiene fisso l'attacco alla base, come al secondo 0, in chiara contraddizione con la posizione dell'impalcato Est, il quale, ruotato a terra, ha compiuto una rotazione verso il basso con spostamento a sinistra dell'estremità, non seguito dallo strallo che, comunque, appare allungato di 40 metri; lo strallo si comporta come se l'impalcato Est fosse ancora perfettamente in opera e non già crollato, o meglio sembra reggere il lato Nord-Est dell'impalcato, come se non fosse già spezzato in più parti.



Foto 19. Vista generale impalcato al fg 7, prima che si abbassi improvvisamente ed uniformemente al successivo fotogramma 20



Foto 20. Abbassamento improvviso ed uniforme di tutto l'impalcato

Dal confronto tra i fotogrammi al secondo 39 FG 07 (foto 19) e 39 FG 14 (foto 20), tutta la scena si abbassa, compreso il tratto stradale centrale, ancora in opera, ed i pilastri obliqui fissati al castello centrale, che appaiono ancora integri: inspiegabilmente traslano verso il basso senza alcuna rottura.

Al Secondo 39 FG 22 (foto 21) lo strallo Nord-Ovest appare ancora in opera (allungato di 40 metri); l'antenna Sud, senza stralli e senza vincolo in cima, è perfettamente in opera e non si è spostata di 1 mm.



Foto 21. Strallo nord-ovest allungato di 40 metri

Il pilastro Nord-Ovest sembra fessurato, con una crepa poco sopra a dove si trovava il piano stradale ed inizia una rotazione oraria dalla crepa in su.

L'impalcato Est, sia lato Nord sia Sud, finisce il movimento di verticalizzazione e rimane di fatto immobile con lo strallo Sud-Est presumibilmente contro di sé. Con questa configurazione dell'impalcato Est nessuna delle sue saette di sostegno (pilastri obliqui sottostanti) può essere nel posto originario, né essere nelle posizioni in cui sono state ritrovate, distanti e perfettamente distese in lunghezza verso l'impalcato poi trovato capottato oltre di esse.

Anche per l'impalcato Ovest, le saette non possono essere più in opera, ma sembrano essersi sbriciolate sotto di esso.

Al secondo 40 FG 5 e 8 (foto 22) l'antenna Sud è ferma immobile, mentre l'antenna Nord è coperta da uno strano polverone scuro (ingiustificato, non essendo in ombra); lo strallo Nord-Ovest è ancora in opera (allungato di 40 metri), mentre in prossimità della zona dell'aggancio all'impalcato il suo profilo diventa quasi trasparente e l'immagine incomprensibilmente indefinibile.



Foto 22. Strallo nord-ovest allungato di 40 metri, polverone ed annebbiamento immagine

Al sec 40 FG 13 e 21 (foto 23) l'antenna Sud è in opera; l'antenna Nord in corso di leggera rotazione oraria; lo strallo Nord-Ovest è in opera. Da notare il lento movimento di caduta delle antenne, che si contrappone all'improvviso abbassamento dell'impalcato al secondo 38 FG 16 (foto 15).

Ciò significa che la frequenza di registrazione dei fotogrammi era in origine, qui come in molte altre parti, precedenti e successive, di molto superiore a quella resa pubblica (meno di 2 fotogrammi al secondo in media), probabilmente di almeno 7/8 fotogrammi al secondo.



Foto 23. Lento movimento di caduta delle antenne

Al sec 41 FG 04 e 12 (foto 24 e 25) un bagliore illumina la scena (nel video di Di Giorgio furono due, i "lampi"): un grosso concio, costituito dall'estremità dell'antenna Sud, attaccata ad un tratto di traverso (il noto reperto 132), appare in caduta libera, come già ai sec 39 FG 22 (foto 21), sec 40 FG 05 (foto 22), sec 40 FG 13 e sec 40 FG 21 (foto 23), ma esso è rovesciato verso Ovest, in senso antiorario e mostra la parete Est, cui avrebbe dovuto essere stato attaccato lo strallo Sud-Est, perfettamente liscia senza alcuna traccia di congiunzione ed anche appare ampiamente fessurato e aperto con una larghissima crepa proprio nell'angolo di congiunzione tra l'antenna verticale ed il traverso, circostanza assente nel reperto rinvenuto a terra tra le macerie, fotografato dai Vigili del Fuoco (foto 26).



Foto 24. Bagliore



Foto 25. Bagliore

Lo strallo Nord-Est al sec 41 FG 04 (foto 24) appare assurdamente posizionato davanti al traversone in caduta, mentre il traversone stesso appare del tutto erroneamente posizionato davanti allo strallo Sud-Ovest. (fatto impossibile).

Il pilastro Nord-Ovest è già interamente incrinato all'altezza di dove si trovava l'impalcato in origine, mentre il pilastro Nord-Est apparentemente non

presenta alcun danno o incrinazione o piega. L'enorme quantità di polvere pare fuori luogo e difficilmente comprensibile. Tra il fotogramma 4 ed il fotogramma 12 del sec 41 (foto 25) i pilastri dell'antenna Nord appaiono slittare verso il basso come se si fosse abbassata la fondazione.



Foto 26. Reperto 132

Tra l'altro tale apparente crepa muta di dimensioni ad ogni fotogramma che si sussegue nel video.

Il reperto, inoltre, giace posato sulla facciata Est cappottato nel senso inverso a quello mostrato nel video; dalla foto 26 e da altre pubblicate dei Vigili del Fuoco risulta che molte armature di acciaio, sia di tipo lento che usate per la precompressione, giacciono attaccate ai reperti di calcestruzzo. Durante il filmato in esame nessun cavo di armatura è visibile, neppure se vincolato a costituire un grosso fascio, come si vedono quelli attaccati al reperto 132 nella foto a terra e ben visibili inoltre nelle 2 foto 27 e 28 : essi si sarebbero dovuti vedere sciogliersi e contorcersi in aria durante il filmato: nulla, in nessun fotogramma.



Foto 27. Partic ferri su angolo reperto 132



Foto 28. Armatura in ferri di acciaio ancora integri

Al sec 41 FG 19 (foto 29) si vede un forte spostamento dell'antenna Nord con rotazione oraria; un tratto di traversone (concio Nord) sembra ancora attaccato in cima all'antenna Nord. Rispetto al fotogramma precedente il pilastro Nord-Ovest risulta ancora più abbassato, come se fosse scivolato anche sulla spaccatura. Dell'impalcato Est, che sappiamo esser rovinato al suolo capottato di 180°, si intravede appena un'ombra che sembra però poi proseguire in verticale, mentre i due pilastri dell'antenna Sud si inclinano per la prima volta leggermente verso Nord, senza motivo apparente. La vettura identificata dai fari, che rimarrà in molti fotogrammi successivi, ha cambiato carreggiata, mentre il camion è sparito.

Al successivo secondo 42 FG 2, 10, 18 (foto 30) avviene un'ampia rotazione e caduta dell'antenna Nord in senso orario verso Est, mentre non si identificano più nel video i detriti in caduta verticale (reperto 132) che sembravano del traversone.



Foto 29. Insieme di contraddizioni



Foto 30. Rotazione antenna nord e sparizione parte di detriti

L'impalcato Ovest è quasi totalmente in verticale, ma verrà rinvenuto per un tratto posizionato a 45° a cavallo tra strada e torrente. La sua parte centrale più alta, a ridosso dei resti del pilone, risulta sfondata, con un buco a forma di V. Pochi metri più sotto è rinvenuta la cima dell'antenna Sud con un tratto di traverso attaccato (il famoso "reperto 132"), però entrambi posizionati sopra la carreggiata: evidentemente al momento dell'impatto non solo la cima dell'antenna Sud ed il tratto di traverso si sono raddrizzati, ma hanno atteso, levitando a mezzaria, che l'impalcato cadesse e si ponesse sotto di essi !? (foto 31)



Foto 31. Impalcato ovest con soprastante reperto 132 e tratto di antenna

Nel video al secondo 43 FG 1 e 9 (foto 32) entrambi i pilastri dell'antenna Nord non ruotano più verso Est, ma vengono fatti cadere, sembra, contro, a cavallo e davanti all'antenna Sud. La posizione della piega, in corrispondenza all'angolo di rottura del pilastro Nord-Ovest, magicamente risale di quasi dieci metri e torna nella stessa posizione in cui si trovava al secondo 41, FG 12 (foto 25) !?

Lo strallo Nord-Est scompare completamente e non se ne avranno più tracce, mentre lo strallo Nord-Ovest resta sempre attaccato e passa magicamente davanti all'antenna Sud senza nascondersi, come se fosse fatto di vetro trasparente, anzi nella parte alta appare addirittura dietro l'antenna Sud.

Alcuni blocchi più piccoli e neri appaiono scagliati in orizzontale ed anche verso l'alto al di sotto del punto di congiunzione dell'antenna Nord con i resti del traverso e continuano a muoversi in orizzontale verso Sud, andando addirittura a scavalcare l'antenna Sud.



Foto 32. Antenna nord a cavallo antenna sud e strallo antenna nord - ovest apparentemente dietro antenna sud



Foto 33. Caduta antenna nord e strallo nord ovest sempre dietro l'antenna sud ed in parte trasparente

Al secondo 43 FG 17 (foto 33) l'antenna Nord, senza poter mai distinguere il pilastro Est da quello Ovest, procede nella rotazione di caduta in senso orario, cadendo sopra l'antenna Sud che resta immobile: anzi quest'ultima nonostante il colpo e la spinta alla rotazione oraria, inizia a ruotare nel senso contrario, mentre lo strallo Nord-Ovest appare dietro l'antenna Sud (per un evidente errore di disegno).

Ai secondi 43 FG 24 (foto 34) e 44 FG 07 (foto 35) l'antenna Nord, facendo perno su un punto imprecisato al centro dei resti della struttura, scompare improvvisamente verso Sud.



Foto 34. Scomparsa improvvisa antenna nord



Foto 35. Scomparsa improvvisa antenna nord

Il pilastro Sud-Ovest impiega i fotogrammi 15 e 23 del secondo 44 (foto 36) per scomparire, cadendo verso Ovest, mentre il pilastro Sud-Est, per compiere la caduta con rotazione Nord-Ovest ed abbassarsi di 45 metri, impiega tutto il resto dei fotogrammi (ben 17: dal secondo 45 fg 06 al secondo 50 fg 07)



Foto 36. Rotazione pilastro sud

Il pilastro Sud-Est, come evidenziato al secondo 45 FG 22 (foto 37), cade come un'asta singola perfettamente rigida in rotazione antioraria verso Nord-Ovest (Savona) e nella caduta rimane sempre intero e monolitico, con un percorso di caduta continuo e ben definito,

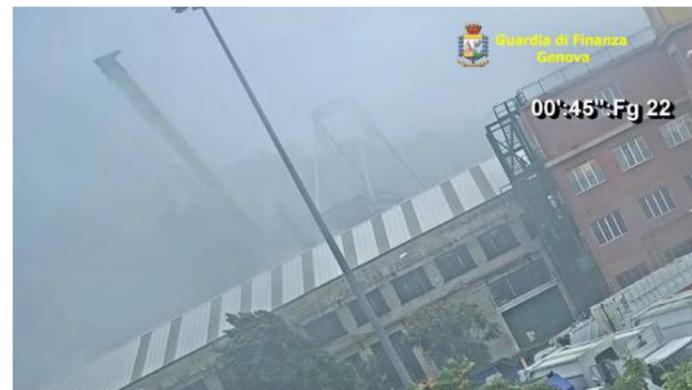


Foto 37. Rotazione caduta pilastro sud-est

ad esclusione dei momenti ripresi dai fotogrammi tra il secondo 46 FG 12 (foto 38) e 46 FG 20 (foto 39), in cui il pilastro sembra spezzato a circa 1/4 dalla base e forma un angolo di circa 10° con la parte rimanente dello stesso, per poi ritornare magicamente dritto.



Foto 38. Pilastro appare spezzato e forma un angolo di circa 10° con la base



Foto 39. Pilastro ritorna dritto in asse con la base

Tale sequenza è ben diversa da quella ripresa dal sig. Di Giorgio in cui l'antenna Sud prima ondeggia incerta sulla verticale, e poi cade con una leggera torsione verso sinistra, implodendo su se stessa incurvata e quasi frontalmente (foto 40).



Foto 40. Foto pilastro estratta da sequenza di Davide di Giorgio

Nel filmato di Di Giorgio l'antenna Sud sembra costituita da un solo pilastro non accoppiato. L'antenna Sud al Secondo 47 FG 3 (foto 41), verso l'ultimazione della caduta, ruota verso Ovest come se fosse un'asta sola, non accoppiata, e stranamente appare collegata ad un tratto di solettone di base, a mo' di plinto (elemento non trovato nei reperti fotografati dai Vigili del Fuoco).



Foto 41. Pilastro sud in caduta con plinto di base

Probabilmente sono prima caduti contemporaneamente l'intera antenna Nord ed il pilastro Ovest dell'antenna Sud con rotazione oraria e solo successivamente il pilastro Est dell'antenna Sud con rotazione antioraria.

D. Alberi fermi

In diversi punti del filmato gli alberi in primo piano, davanti all'edificio basso, risultano fermi, mentre le scene soprastanti il filo della copertura proseguono. Al secondo 47 FG 3,11 e 19 (foto 41, 42, 43), mentre l'antenna Sud cade nella rotazione antioraria, gli alberi sono fermi.



Foto 42. Antenna cade ma alberi fermi



Foto 43. Antenna prosegue rotazione, ma alberi fermi

Dal sec 33 FG 15 (foto 44) al sec 34 FG 14 (foto 45), per 24 FG, gli alberi sono pressoché fermi mentre si muovono i camion.



Foto 44. Alberi fermi con camion in movimento



Foto 45. Alberi fermi con camion in movimento

6. Altri quesiti e considerazioni

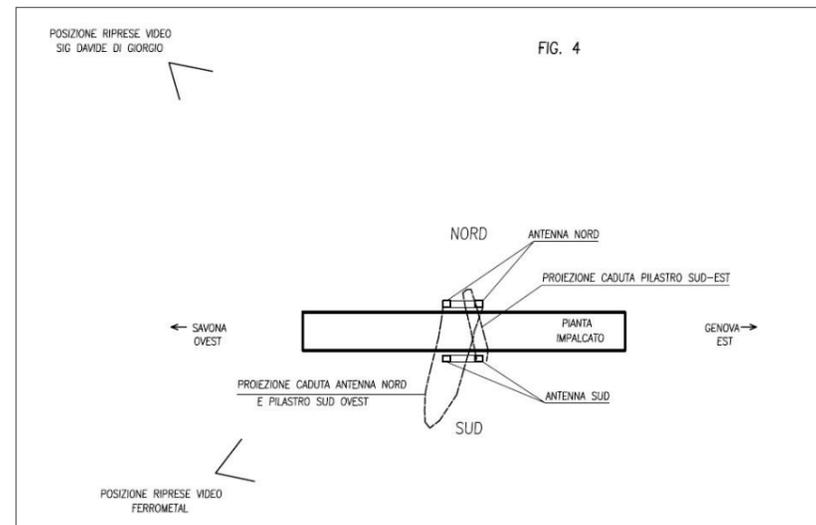
1. Le macerie dell'impalcato Est, ritrovate a terra, sono costituite da:
 - I. trave Gerber, che non è caduta sulla verticale ma spostata, senza cappottare, sotto il pilone 10 (rimasto in opera), in quanto soggetta a spinta longitudinale verso Est dal tratto cappottato;
 - II. un breve tratto di impalcato abbassatosi con la trave Gerber, che giace posto di traverso all'asse viario e parzialmente sotto il tratto cappottato;
 - III. un tratto di impalcato, comprendente i monconi dei pilastri obliqui (biellette), cappottato per il lungo, in quanto i monconi delle biellette sono in fondo a destra, sopra l'impalcato e non sotto a sinistra dello stesso come se fosse caduto ruotando su un asse longitudinale.

Non si spiega come il tratto intermedio giaccia di traverso sotto il tratto cappottato di impalcato. Confrontando le sequenze video con quelle del primo filmato di Davide Di Giorgio, appare una fondamentale contraddizione: nel video ripreso dal sig. Davide Di Giorgio, caricato sul web sette minuti dopo il crollo, l'antenna Nord cade ruotando verso Sud-Ovest in direzione Savona, verso il pilone 8, tratto di ponte con soli pilastri sottostanti con un incurvamento ad arco. Nel filmato in esame l'antenna Nord cade ben rigida con iniziale rotazione oraria verso la Pila 10 in direzione (Est) Genova ed, all'ultimo momento, viene fatta passare davanti all'antenna Sud della pila 9 con lo strallo attaccato, trasparente, che non copre la vista della retrostante antenna Sud mentre le passa davanti !? (all. 46 fig.4)



Foto 47. Saeette dopo la demolizione con esplosivo il 28-06-2019

2. Come è possibile che il solettone a trave Gerber lungo 36 metri sia già scomparso (come mostrato nel video originale di Davide Di Giorgio), se il supporto del pilone 8 è al suo posto ed il pilone 9 dal video appare ancora in opera?
3. Risulta anche da verificare la sincronizzazione, dato che da sinistra, ove dal video del sig. Davide Di Giorgio si vede che la trave Gerber risulta già caduta, arriva un camion.
4. Non si spiega come i pilastri costituenti le saette all'attacco (lato Est zona non visibile) siano tutte rotte nel medesimo punto e con la medesima forma. Inoltre non si percepisce quando sia avvenuta la spinta delle stesse al cappottamento per il lungo del solettone stradale, effettivamente avvenuto, in quanto tale solettone dal video (foto 18) sembra già appoggiato a terra, inclinato di circa 45° e le saette sono mancanti al secondo 38 FG 24 : in tale condizione esso non può aver spinto ad Est sotto la pila 10 parte del solettone Gerber, circostanza invece riscontrata nelle macerie. (foto 2)
5. Le saette (pilastri obliqui) risultano rotte e carbonizzate alla base esattamente e nello stesso punto, come avvenuto dopo la demolizione con esplosivo del 28 Giugno 2019 trasmessa in mondovisione (foto 47).



All 46 fig 4 apparenti cadute antenne Ponte Morandi

6. Perché su tali zone carbonizzate non si ha notizia se sia stata mai eseguita una prova chimica onde fugare ogni dubbio sulla presenza o meno di esplosivi il 14 Agosto 2018?
7. La parte di impalcato ad Ovest a sbalzo oltre l'attacco dello strallo è robustissima, piena e super rinforzata: dal video al secondo 38 Fg 16 (foto 16) è già disintegrata: come ciò sia possibile senza esplosivo non è dato di sapere.
8. Tale disintegrazione non è avvenuta nella demolizione delle pile 10 e 11 effettuata il 28 Giugno 2019, ove, dalle foto pubblicate, tale parte risulta sempre perfettamente integra e lo strallo sempre ben agganciato anche dopo le esplosioni e durante la caduta. (foto 48)



Foto 48 Demolizione del 28-06-2019: gli stralli hanno resistito fino all'ultimo

9. Si rileva che nella demolizione del 28 giugno 2019 il ponte è caduto non per l'esplosivo sul solettone stradale dove c'erano le vasche d'acqua che hanno prodotto gli scenografici altissimi schizzi, ma per quello posto alla base delle antenne e sull'attacco dei pilastri obliqui (saette). (foto 49)



Foto 49. Demolizione del 28-06-2019: gli schizzi d'acqua sono quelli bianchi altissimi; le vere esplosioni demolitrici sono quelle in basso sotto il fumo color grigio scuro.

10. A proposito della demolizione del 28 Giugno 2019, si è accertato che gli stralli, erano robustissimi e ben dimensionati e sono resistiti, anche ad esplosioni avvenute, fino alla caduta a terra di tutto il ponte.
11. Rilevo che, nella demolizione del 28 Giugno 2019, non si è proprio voluta fare la prova di demolire prima un solo strallo e vedere cosa sarebbe successo. Il risultato avrebbe risolto moltissimi quesiti.
12. Come risulta dalla relazione descritta sulle pagine del Sole 24 ore (cartaceo) del 25 Gennaio 2019, la perizia redatta dagli Svizzeri dell'Empa di Dübendorf, certifica che i ferri dei reperti degli stralli non risultano sfilacciati per cedimento a trazione, ma hanno subito un taglio netto dovuto ad un fattore esterno. Quale? Anche il traverso in alto e le antenne risultano aver ceduto a taglio al secondo 38 del video (foto 15 e 16), nelle quali non è visibile alcun ferro di armatura.
13. Il sisma, rilevato dall'ipotetica rottura dello strallo il 14 Agosto 2018, e del conseguente crollo a terra del Ponte è circa della medesima intensità di quello conseguente all'esplosione di 700 kg di esplosivo in data 28 Giugno 2019, ma è di durata doppia. Secondo voi è possibile? (figura 4)
14. Inoltre nel video "Prova Regina" la caduta a terra delle macerie del ponte intercorre tra i secondi 40 e 51: in totale

- 11 secondi, mentre il fenomeno sismico registrato dai sismografi dura circa 17 secondi. E negli altri 6 secondi cosa è successo? Cosa ha dato luogo al fenomeno sismico aggiuntivo?
15. Forse il fenomeno sismico non è stato provocato solo dalla caduta del ponte.

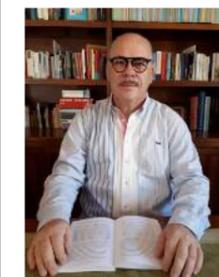
7. Conclusioni

Il video esaminato presenta una serie di assurde contraddizioni che collidono con i principi della fisica, della statica e della dinamica delle costruzioni, rendendo nulla l'attendibilità dello stesso. Esso, più che un filmato, sembra un cartone animato creato ad arte, per avallare la tesi della rottura accidentale dello strallo che avrebbe creato la rovina del ponte. Il valore probatorio del filmato è pertanto nullo ed il filmato stesso è una grande menzogna.

È evidente che la demolizione del ponte Morandi fa parte di una strategia geopolitica, programmata e voluta da poteri molto forti, che, come scriveva il grande poeta e romanziere Alessandro Manzoni, sono innominabili.

8. Nota successiva

Risulta che per la ricostruzione del ponte sul Polcevera, la società Autostrade sia stata esclusa dalla gara di appalto, in quanto ritenuta responsabile del crollo del Ponte Morandi. Questo fatto è stato gravissimo in quanto la verità non risulta ad oggi ancora accertata in sede tecnica e giudiziaria ed espone il Governo a possibili elevatissime richieste di risarcimento da parte della società esclusa, risarcimenti che alla fine saremo costretti a pagare tutti noi cittadini. •



Vito Segantini. Ingegnere, libero professionista per conto di privati cittadini e di Enti Pubblici, principalmente nel Settore Ospedaliero, con attività di Progettazione, Direzione dei lavori, Collaudi statici e Tecnico amministrativi. Da dieci anni studio ed applico alle costruzioni le conoscenze acquisite nel settore del risparmio energetico, di cui sono appassionato.

Opero principalmente a Venezia, Padova e Provincia, ove risiedo. Ho acquisito con gli anni esperienza e competenza e l'abitudine a risolvere in modo scientifico i problemi di ordine tecnico e statico che frequentemente mi trovo ad affrontare.

Ponte Morandi

Cinematica di un crollo

Carmelo Russo

1. Abstract

Lo studio analizza la dislocazione delle macerie del ponte crollato nell'alveo del fiume Polcevera e costruito da Riccardo Morandi e si basa esclusivamente sulle analisi delle foto pubblicate sul web dagli operatori che hanno avuto accesso al sito (Vigili del Fuoco e Forze di Polizia). Non si è tenuto conto dei filmati che sono stati, per lo più, poco chiari o in ultima analisi sottoposti a manipolazione. L'accessibilità ai luoghi è stata all'inizio vietata a tutti, tranne che ai consulenti del GIP accompagnati dalle Forze di Polizia. Dalle foto delle macerie è stato semplice individuare sette tronchi di impalcato, compresi quelle tampone (Gerber) e parti del cavalletto. Non è stato possibile individuare sul terreno la parte centrale dell'intero impalcato (E'E')¹, posta sopra il cavalletto, prima del crollo. Questa descrizione è stata condotta alla luce delle leggi della cinematica e in modo qualitativo a quella della dinamica del corpo rigido soggetto alla forza di gravità. Il crollo avviene in pochi minuti e i vari tronchi cadono a terra secondo una successione temporale. I solai tampone sono dapprima appoggiati a due ponti adiacenti, senza vincolo al moto orizzontale e dopo cadono con traslazione rigida pressochè verticale, in parallelo al terreno. Sebbene il baricentro di quello in direzione Genova (AB) abbia descritto un moto parabolico verso levante, spinto in senso orizzontale dal tratto di ponte adiacente (BE'). L'impalcato appeso alla coppia di stralli e appoggiato su un lato del cavalletto si rompe, quindi, stranamente in E'. Nel crollo la coppia di stralli resiste alla spinta del tratto BE' che gli comunica una quantità di moto orizzontale. La coppia di stralli resiste al peso di tale tronco finchè si ha una rottura dell'impalcato in corrispondenza degli stralli, in B'. L'unico punto d'appoggio dell'impalcato resta il cavalletto che si comporta per alcuni istanti da pendolo e lo fa ruotare e ribaltare di 180° sui binari. E' presente anche una componente orizzontale nel moto del suo baricentro. La coppia di stralli resta appesa all'antenna ancora per un po' sorreggendo un piccolo tratto di impalcato (BB'), che pendola e poi cade sulla ferrovia prima dell'arrivo del tronco B'E'. Il tronco verso Savona si rompe nel punto E'. Il tratto E''C è dapprima sorretto dalla coppia di stralli e appoggiato al cavalletto. Cedono le saette del cavalletto e il peso fa rompere il tratto in prossimità della coppia di stralli in C'. Anche tali stralli cedono dopo il crollo dell'impalcato. Il crollo dell'antenna è determinato dalla rottura non contemporanea delle due coppie di stralli. Restano però aperte le seguenti questioni: perché l'impalcato si rompe nel punto di minima sollecitazione? che cosa ha fatto cedere, quasi contemporaneamente, gli otto puntoni del cavalletto? Perché il ponte, costruito con calcestruzzo armato, crolla quasi istantaneamente?

2. Elementi strutturali

Nel seguito userò la seguente terminologia (usata da R. Morandi) per indicare gli elementi strutturali fondamentali del ponte (Figura 1).

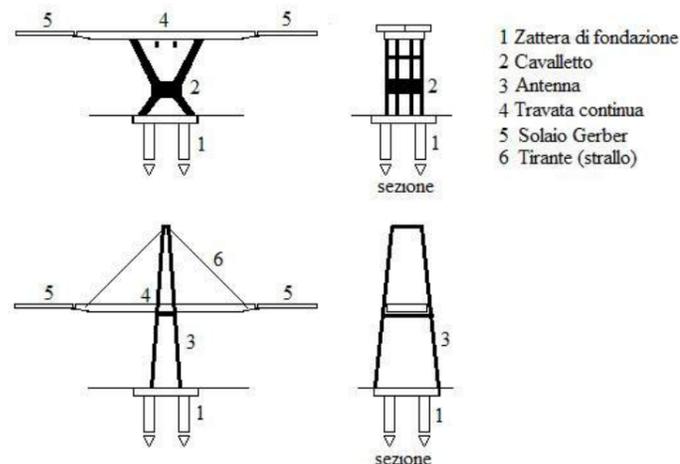


Fig. 1

Ciascun sistema bilanciato è costituito da:
 1) Una **zattera di fondazione** nervata in calcestruzzo armato poggiante su una palificata fondale di pali trivellati D=150 cm.

2) Uno speciale **cavalletto** in calcestruzzo armato costituito da quattro elementi ad H affiancati, collegati tra loro da trasversi. Gli estremi superiori del cavalletto costituiscono appoggi elastici per la travata di impalcato.

3) Una **antenna** a quattro elementi obliqui con opportuni collegamenti in entrambi i sensi (longitudinale e trasversale, dove costituisce un vero e proprio telaio), ma tali da mantenere indipendente l'antenna dal sistema cavalletto-travata.

4) Una **travata continua**, in calcestruzzo precompresso, del tipo cellulare con una soletta estra-dossale, una intra-dossale e 6 nervature, poggiante sul cavalletto di cui al punto 2). In corrispondenza del nodo di attacco dei tiranti di sospensione la travata presenta un robusto trasverso anch'esso in calcestruzzo armato precompresso agli estremi del quale, da ambo i lati del ponte, risultano assicurati due fasci di cavi che costituiscono i tiranti e scavalcano l'antenna a quota 90,00 m da terra.

5) Tra due travate continue è appoggiato un solaio costruito con travi Gerber (**solaio Gerber**)².

6) **Tiranti o stralli** di cui al punto 4).

² R. Morandi, Il viadotto sul Polcevera per l'autostrada Genova Savona, "L'industria Italiana del Cemento", 12, 1967, pp. 849-872

3. Principi statici

La travata continua 4 è appoggiata sul cavalletto 2. Il cavalletto riceve il carico dalla travata continua e lo scarica alla zattera di fondazione 1. I solai Gerber 5 sono appoggiati tra due ponti contigui e adiacenti. I tiranti 6 sorreggono metà del carico del solaio Gerber e parte di quello della travata continua. L'antenna 3, che sorregge solo i tiranti scaricando il loro sulla zattera di fondazione, è separata dal cavalletto fuori della zattera di fondazione. Come specificato pure da Riccardo Morandi, il ponte può essere considerato "una travata continua a tre luci su quattro appoggi con due sbalzi terminali", dove il tirante si comporta come un "appoggio" (Figura 2).

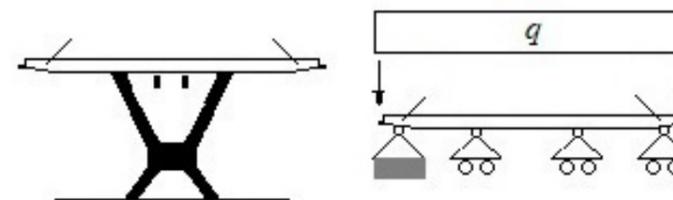


Fig. 2

4. Dimensioni

Le misure del ponte sono quelle riportate in figura, ricavate da quanto specificato dall'ingegnere Riccardo Morandi (Figura 3).

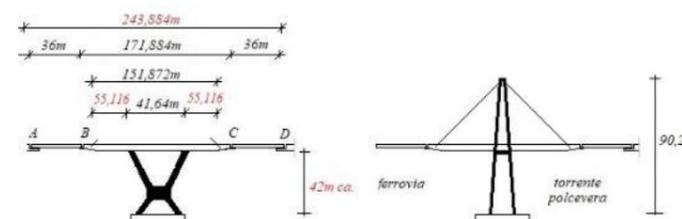


Fig. 3

Come più sopra è già stato sommariamente descritto, il sistema bilanciato consta di una travata continua a tre luci con sbalzi terminali, della lunghezza totale di 171,884 m, a sezione cellulare cava a cinque scomparti, con soletta estra-dossale dello spessore di 16 cm, n. 6 nervature dello spessore variabile da 18 cm a 30 cm ed una soletta intra-dossale dello spessore di 16 cm. L'altezza della travata è variabile da un massimo di 4,50 m ad un minimo di 1,82 m.

La struttura continua di cui sopra è vincolata al resto in quattro punti:

- due, centrali, posti alla distanza tra loro di 41,64 m, su due stilate inclinate, ciascuna composta di quattro pilastri di sezione variabile tra un minimo di 200 cm per 120 cm ed un massimo di 450 cm per 120 cm, ed incastrata alla base sul blocco di fondazione;
- due, laterali, alla distanza tra loro di 151,872 metri, ad un doppio sistema di tiranti che passano al disopra di uno speciale cavalletto, denominato antenna, che, dipartendosi anche esso dal blocco di fondazione, risulta indipendente dalla travata salvo, beninteso, il legame operato dal sistema dei tiranti.

L'antenna è costituita da due strutture ad A collegate tra loro a metà altezza ed in sommità (nonché dal blocco di fondazione), dell'altezza di 90,20 m, con elementi strutturali di calcestruzzo armato di sezione variabile da 4,50 m per 0,90 m a 2 m per 2,956 m.³

³ R. Morandi, Il viadotto sul Polcevera per l'autostrada Genova Savona, "L'industria Italiana del Cemento", 12, 1967, pp. 849-872

5. Descrizione del crollo

Il crollo riguarda i seguenti elementi (Figura 4):
 - Il cavalletto n° 9 e il sovrastante impalcato scatolato (o travata continua) BC,
 - i due solai Gerber, AB e CD, appoggiati da un solo lato, destro e sinistro, sull'impalcato di cui sopra.

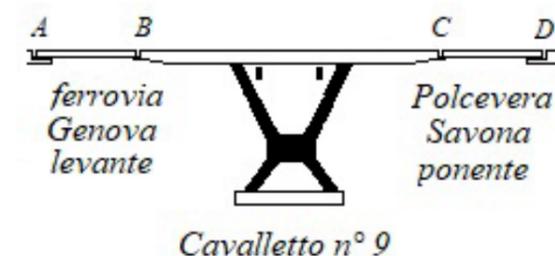


Fig. 4

Dal punto di vista topografico, il lato sinistro è orientato verso levante (Genova) e scavalca i binari della ferrovia, il lato destro dà verso ponente (Savona) e scavalca il torrente Polcevera.

Crollo degli impalcati Gerber

I solai Gerber sono costituiti da travi prefabbricate su cui poggia il solaio della carreggiata. Questi sono semplicemente appoggiati sui solai scatolati relativi a due cavalletti. Il solaio AB è appoggiato sui solai scatolati relativi ai cavalletti n° 9 e n° 10, mentre il solaio CD è appoggiato su quelli relativi ai cavalletti n° 8 e n° 9. I tratti AB e CD, solai Gerber, si schiantano a terra mantenendo sostanzialmente la loro forma e orientamento. Il tratto AB cade a cavallo di una sede ferroviaria e un canalone. Il tratto CD cade oltre il torrente Polcevera, nella strada tra i capannoni industriali.

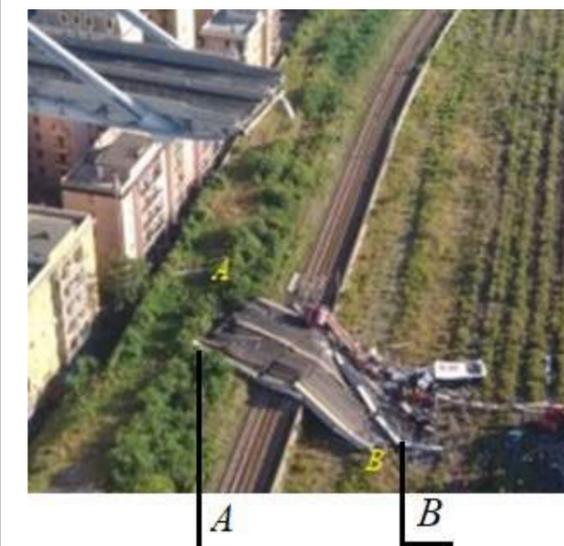


Foto 1

¹ Si fa riferimento alla Figura 5

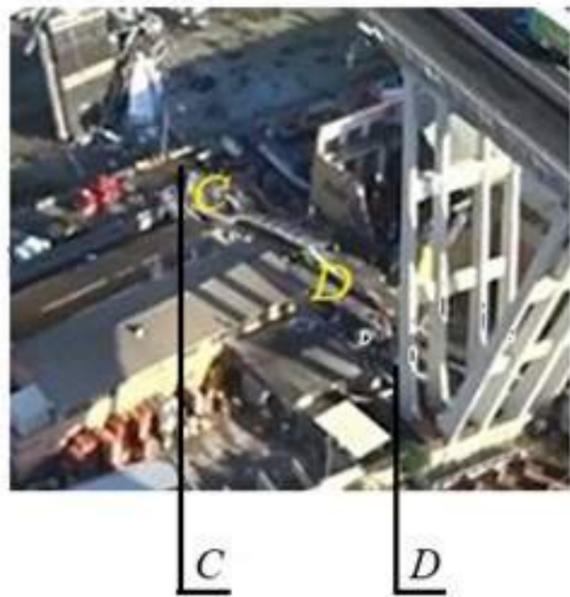


Foto 2



Foto 3

Punti di rottura del tratto di travata continua

Per maggiore chiarezza, si definiscono prima i punti di rottura nel tratto di travata continua ancora intero, per poi individuarli nel terreno (Figura 5). I tratti AB e CD corrispondenti ai due solai Gerber non sono riportati nel disegno.

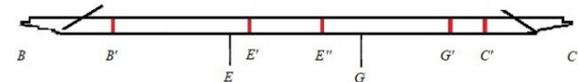


Fig 5

Il tratto BE' si rompe in due: BB' e B'E'. Mentre il tratto E''C si rompe in tre pezzi: E''G', G'C' e C'C. Di seguito è riportata la sezione tipo del solaio scatolato (Figura 6). Sono presenti cinque scatolari alti 4,5 metri e larghi circa cinque.

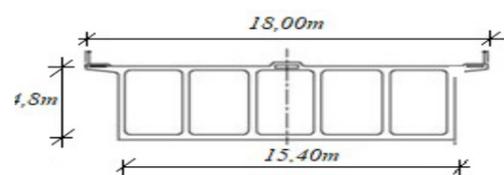


Fig. 6

Tratto di travata BE'

Dalle foto del crollo si rileva che il tratto BE' si spezza in due parti: tratto BB' e tratto B'E', come riportato nella Figura 7.

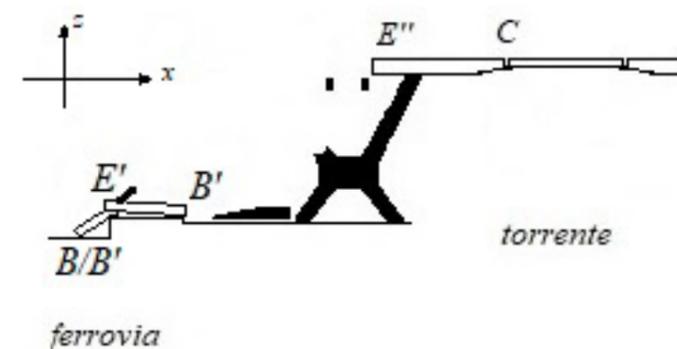


Fig. 7

Tratto di travata B'E'

Il tratto B'E' (foto 3) si trova sui binari della ferrovia capovolto, dopo aver compiuto una rotazione di 180° nel piano xz. Nella faccia superiore si notano infatti i monconi del nodo impalcato-cavalletto.



Foto 3

La posizione sul terreno del tratto di travata BB'

Il tratto BB' (foto 4), dove era vincolata la coppia di stralli, lato Genova, si trova a terra ruotato di un angolo $\gamma = -90^\circ$ rispetto all'asse z e rispetto alla sua posizione prima del crollo. In tale foto è ripreso il bordo E'E' del tratto di impalcato B'E' sotto cui è visibile l'asfalto del tratto BB'. Quest'ultimo è adagiato a cavallo tra il muro di contenimento della sede ferroviaria e il canale sottostante. Il movimento del tratto BB' è chiaramente indipendente da quello del tratto B'E'. I due tratti risultano infatti a 90° tra loro e il tratto B'E' è in parte sovrapposto al tratto BB'.



Foto 4

Lo strano movimento del tratto di travata G'C

Esaminando la foto 5 si nota che il tratto di impalcato G'C, si spezza in G'C' e C'C. Il tratto G'C, dalla posizione parallela al piano xy iniziale, prima del crollo, si porta quasi parallelo al piano yz e conficcato da un bordo nell'alveo del torrente Polcevera. Le posizioni finali dei tratti E''G' e G'C indicano che i loro movimenti a un certo momento del crollo diventano indipendenti: i due tratti si separano in aria. Quando il tratto G'C sbatte nel terreno sottostante, come detto, si divide ulteriormente nei tratti G'C' e C'C, mantenendo la stessa posizione assiale, ma assumendo una rotazione α assiale relativa.



Foto 5

Dove si trova il tratto di travata E'E''?

Tra le macerie manca il tratto di ponte E'E'' (foto 6). Nel ponte integro si trovava tra i puntoni del cavalletto di vertice E e G. I tratti di impalcato precedenti e successivi sono facilmente individuabili, nel terreno. Da notare che il E'E'' non appoggiava sui traversi di collegamento delle antenne laterali. Ovviamente non si è volatilizzato, dove si trova?

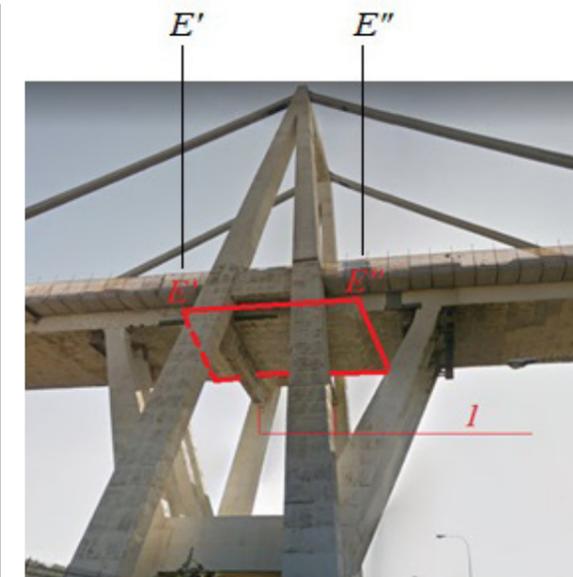


Foto 6

Tratto di travata E''C

Il tratto E''C si spezza, come detto sopra, in tre parti: tratto E''G', tratto G'C' e tratto C'C, che sono individuati nella Figura 8 e nelle foto 7 e foto 8 di seguito riportate.

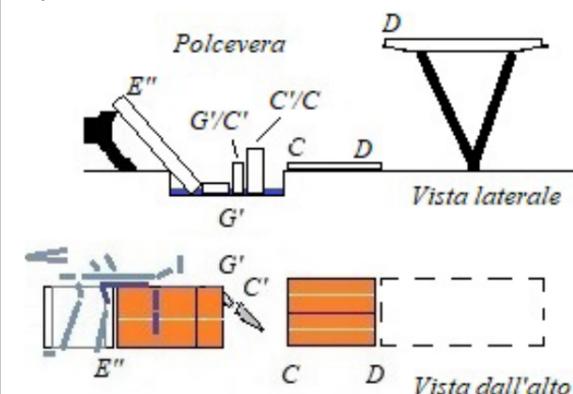


Fig. 8

Il puzzle dell'antenna

Come visto l'antenna è composta da due travature in c.a. a forma di A collegate da traversi, in testa 1 e in altri due punti intermedi 2. (Figura 9).

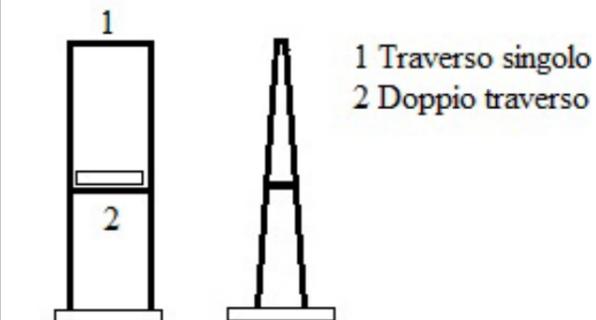


Fig. 9

Come già detto l'antenna e il cavalletto, sono due travature in c.a. separate. Una A dell'antenna è a Nord (A_N) e una a Sud (A_S). A_N si spezza alla base e nel

crollo si piega su quel che resta del cavalletto, verso Sud (foto 9a). A_s ha un crollo completamente diverso: crolla verso ovest (foto 9b).

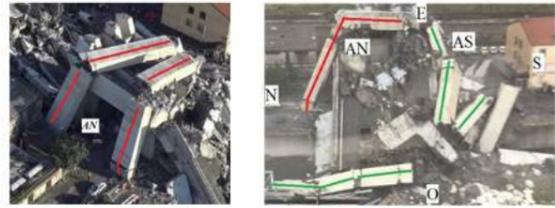


Foto 9 - A sinistra 9a, a destra 9b

Di seguito è riportato lo schema semplificato (Figura 10):



Fig. 10

6. Misure dei tratti di impalcato

Nella Figura 11 sono individuati i tratti in cui si spezza l'impalcato, desunti dalla dislocazione delle macerie nel terreno e le relative misure.

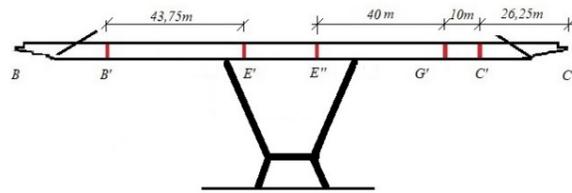


Fig. 11

Tratto $E''C$ sul torrente Polcevera

Il tratto $E''C$ si spezza in tre parti: tratto $E''G'$ (1°), tratto $G'C'$ (2°) e tratto $C'C$ (3°). Dalle foto è facile contare n° 6 paletti nel tratto $G'C'$ e misura circa $(5-1) \times 2,5 = 10m$.

Particolare tratto $C'C$

I paletti del tratto, usando le foto di Google Maps del ponte ancora integro, sono 11 e 1/2 per cui la lunghezza è circa $(11,5-1) \times 2,5 = 26,25m$.

Tratto di impalcato $E''G'$

Il punto di rottura E'' corrisponde al paletto n°1, mentre il punto G' al n°14. La lunghezza di questo tratto è quasi $13 \times 2,5 = 32,5m$. A questa misura bisogna aggiungere un altro tratto adagiato nel greto del torrente con altri 4 paletti e quindi $3 \times 2,5 = 7,5m$. La lunghezza totale del tratto $E''G'$ è di 40m circa.

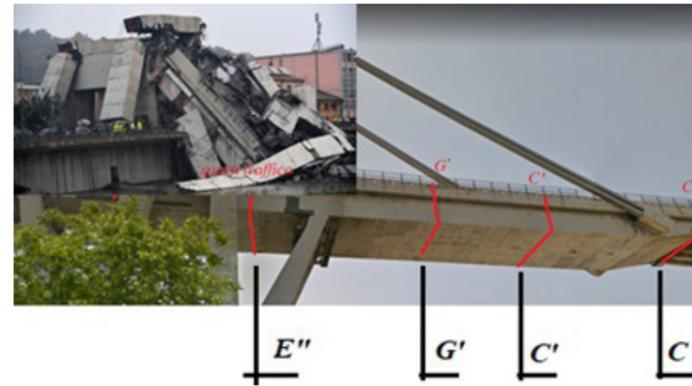


Foto 10 Particolare tratto $E''G'$



Foto 11

Tratto di impalcato $B'E'$

Si contano 17-18 paletti. Si vede che il punto S è a destra del traverso di Antenna. La distanza tra due paletti è circa 2,5m, per cui il tratto $B'E'$ è circa $2,5 \times 17,5 = 43,75m$.

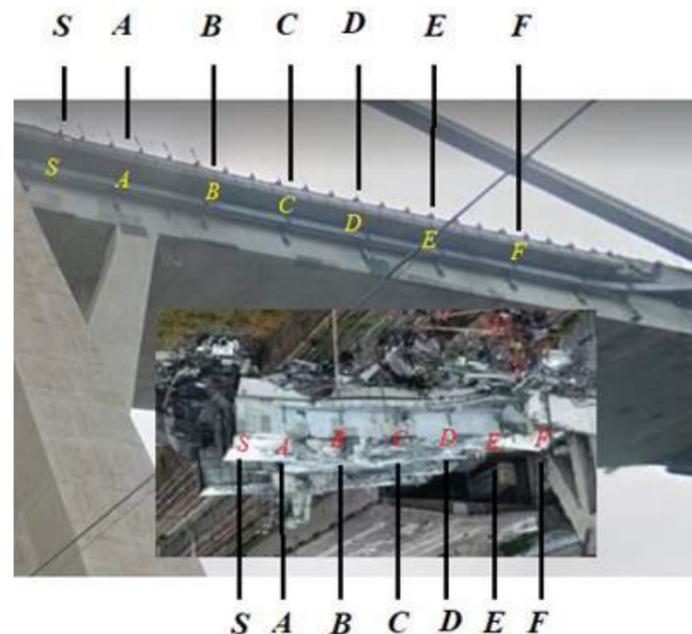


Foto 12

Individuazione dei punti di rottura e misura dei tratti di impalcato

Nella Figura 12 si riporta la sequenza temporale della formazione delle macerie. Prima si rompe il tratto $E'E''$ quando l'impalcato è ancora sui cavalletti (a). Durante il crollo e prima di arrivare a terra il tratto BE' si spezza nei tratti BB' e $B'E'$, mentre il tratto $E''C$ si spezza in $E''G'$ e $G'C'$ (b). Quando il tratto $G'C'$ impatta nell'alveo del torrente, si formano altri due tratti: $G'C'$ e $C'C$ (c).

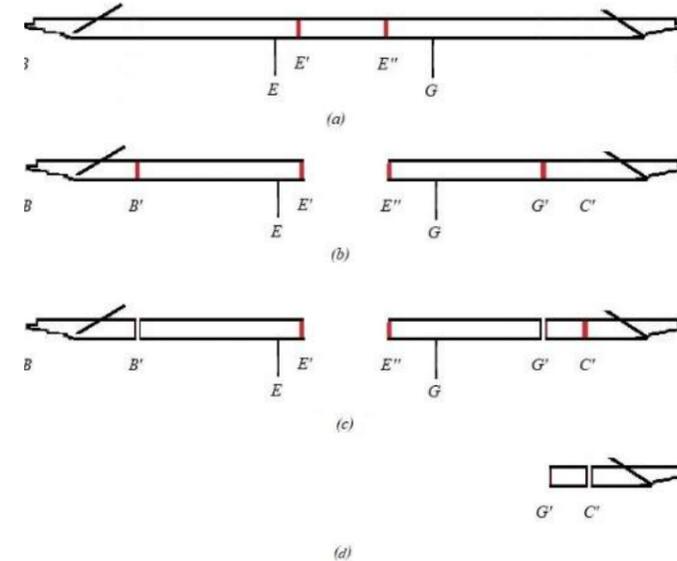


Fig. 12

Il tratto $E''G'$ si rompe anch'esso in due parti.

7. Dislocazione delle macerie

La Figura 13 rappresenta la planimetria e la vista laterale delle macerie del ponte Morandi sul terreno.

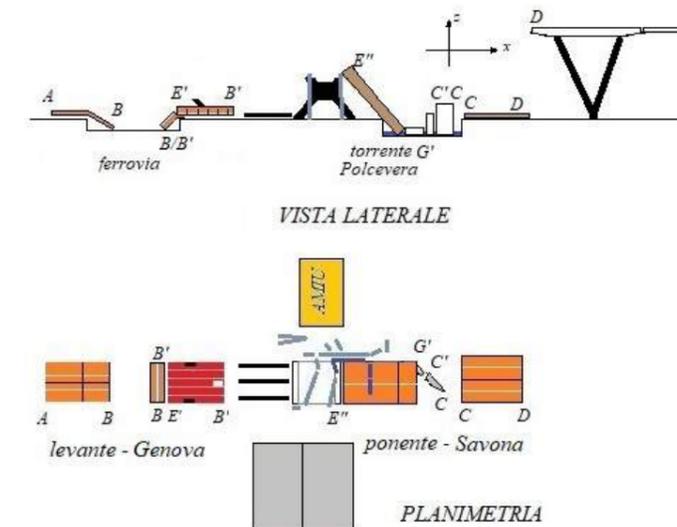


Fig. 13

Nella foto sottostante è riportata una panoramica delle macerie.



Foto 13

8. Cinematica dei tratti

Cinematica del tratto BB'

Come visto, il tratto BB' si trova a terra, in parte sotto il tratto $B'E'$ e ruotato di circa 90° intorno all'asse z , rispetto alla posizione iniziale, cioè prima del crollo (Figura 14). Al movimento parabolico, tipico di una massa sottoposta all'accelerazione di gravità, si è sovrapposto un movimento di rotazione rigida rispetto all'asse z provocato dalla rottura non contemporanea degli stralli o da urti con i tratti adiacenti. È ipotizzabile che la separazione del tratto BB' dal tratto $B'E'$ si sia verificata prima di arrivare a terra. Dopo la separazione, i due suddetti tratti hanno avuto infatti cinematici differenti e indipendenti. Si rompono prima gli stralli vincolati nel punto B' o l'impalcato nel punto E' ? Dallo specifico movimento del tratto BB' parrebbe probabile che la rottura degli stralli nel punto B' sia successiva a quella del tratto di impalcato nel punto E' . Per di più, sembrerebbe che gli stralli si siano opposti, fin tanto che hanno potuto, al movimento del tratto $B'E'$ e da quest'ultimo siano stati sollecitati a rottura.

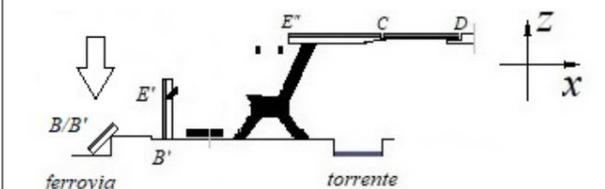


Fig. 14

Cinematica del tratto B'E'

La cinematica di questo tratto (Figura 15) è compatibile con la rottura della coppia di stralli e dell'impalcato nel punto B' e con quella dell'impalcato nel punto E'. Il tratto B'E' si separa così dal resto del ponte e rimane vincolato al cavalletto. Per l'eccentricità del vincolo, il tratto di impalcato doveva ruotare attorno al vincolo in E. Però, in un primo momento, il tratto resta vincolato in E all'asta di cavalletto EX1 e quindi legato con questa in un moto rigido. Ciò perché è probabile che l'incastro in X1 si sia per primo trasformato in cerniera. Così il sistema prende la forma di un martello con massa (impalcato B'E') e manico (asta di cavalletto EX1). Il sistema inizialmente ruota attorno alla cerniera in X1. La rotazione è causata dall'accelerazione di gravità g a cui è stata sottoposta la massa m del tratto di impalcato B'E', trascurando ragionevolmente quella dell'asta del cavalletto. Il verso di rotazione è determinato dall'eccentricità del baricentro, quest'ultimo localizzato a sinistra del vincolo in E. Successivamente l'impalcato B'E' si separa dall'asta EX1, senza ragionevole spiegazione. Il tratto di impalcato B'E' impatta a terra con B' in posizione quasi verticale, carico di energia cinetica rotazionale. Il punto B' diventa centro di istantanea rotazione e attorno ad esso l'impalcato ruota di altri 90° in senso antiorario. L'energia cinetica accumulata è sufficiente a farlo ruotare e infine a farlo adagiare sui binari della ferrovia. Alla fine quindi l'impalcato compie una rotazione complessiva di 180° rispetto allo stato precedente al crollo. Quando il punto E' arriva a terra trova il tratto di impalcato BB', per cui il tratto di impalcato B'E' si sovrappone ad esso. Nella seguente figura si indicano con F le forze e con M i momenti delle forze.

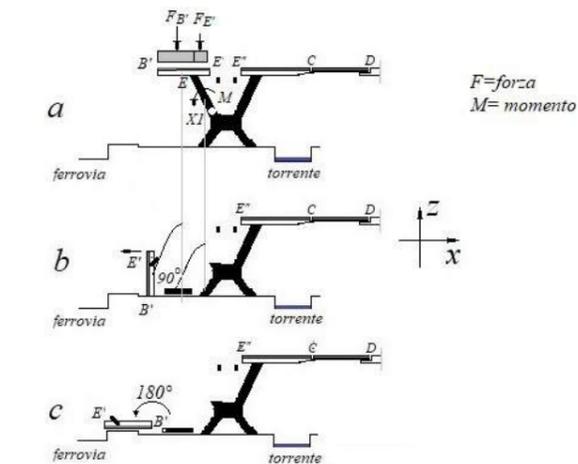


Fig. 15

La doppia rotazione del tratto G'C

Per effetto del movimento del tratto E''G'; in G' si forma una cerniera.

Ipotesi n 1

Il peso del tratto E''G' grava sul tratto G'C creando una cerniera in G'. Successivamente si separano il tratto E''G' e il tratto G'C. Il tratto G'C resta ancora vincolato agli stralli. Il peso del tratto E''G' e il vincolo degli stralli generano una coppia di forze T che fanno ruotare il tratto G'C più volte prima di cadere a terra (Figura 24).

Ipotesi n 2

Il peso dell'impalcato Gerber CD grava sul tratto G'C creando una cerniera in G' e sollecitando a rottura gli stralli (Figura 16).

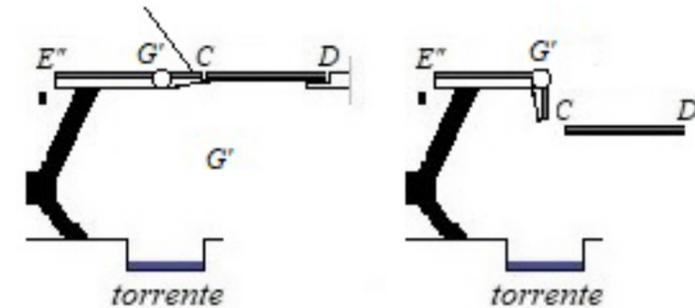


Fig. 16

Quindi gli stralli sollecitati non si rompono contemporaneamente. Lo strallo vincolato sul lato Sud si spezza prima. Con questo modello di rottura si può spiegare la doppia rotazione del tratto di impalcato G'C (Figura 17). Il tratto nel suo moto verso terra ruota di circa $\beta = -90^\circ$, rispetto all'asse y (a) e di circa $\alpha = +90^\circ$ rispetto all'asse x (b). Lo troviamo conficcato a terra di fianco con l'asfalto (la carreggiata) rivolto verso ponente. In realtà la posizione finale dell'impalcato G'C presenta una rotazione $\beta = -50^\circ$ circa e $\gamma = 30^\circ$ rispetto all'asse z.

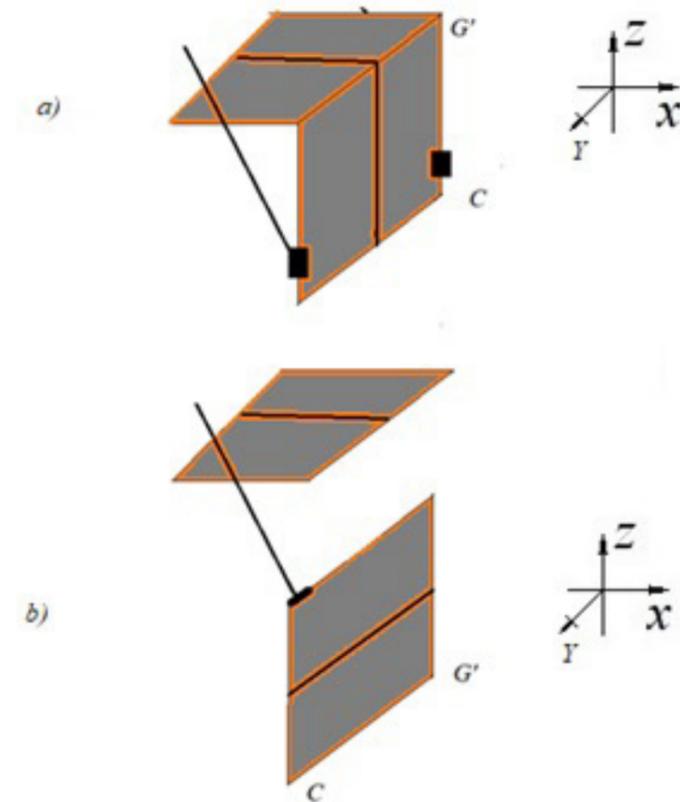


Fig. 17

L'energia cinetica assunta dal tratto G'C è tale da trascinare l'antenna, tramite lo strallo integro.

La velocità orizzontale del tratto AC'

Il solaio scatolato B'E' nella sua rotazione attorno al punto X1 spinge il solaio Gerber AB e gli imprime la velocità v_{0x} . Tale velocità è stata calcolata con le formule della cinematica balistica e si suppone tutta la massa concentrata nel baricentro x_G . Il moto ha la caratteristica forma parabolica ed è simile a quello di una bomba sganciata da un aereo in volo (Figura 18).

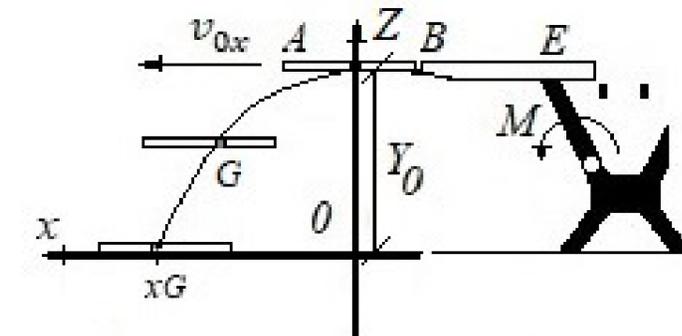


Fig. 18

La componente lungo l'asse x della velocità v_{0x} con cui il tratto AB inizia il moto parabolico è:

$$v_{0x} = X_G \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot Z_0}}$$

Se la distanza del baricentro dalla perpendicolare fosse $X_G = 10m$, l'altezza del ponte $Z_0 = 42m$ e nota l'accelerazione di gravità $g = 9,81m/s^2$, la velocità è $v_{0x} = 3,42m/s$ ovvero 12,30km/h. Una velocità considerevole, dunque! Conoscendo tale velocità v_{0x} e la massa m del tratto, si possono ricavare quantità di moto $p = mv$ ed energia cinetica E_c . Nell'ipotesi che un solaio Gerber abbia massa $m = 1.795.500kg$, la quantità di moto sarebbe $p = 5.132.800 kgm/s$ mentre l'energia cinetica $E_c = mv^2/2 = 10.473.75 J$. Nel calcolo si sono trascurati la presenza dell'aria e l'effetto aerodinamico. Nel seguito si riporta una tabella per i casi di X_G da 1 a 10m. Nell'ultima colonna si calcola l'equivalente spostamento in altezza Z del ponte, qualora tutta l'energia cinetica si trasformasse in energia potenziale.

XG	m	v0x	v0x	p	Ec	Z
m	Kg	m/s	km/h	kg m/s	J	m
1	1.795.500	0,34	1,23	613.280	104.738	0,01
2	1.795.500	0,68	2,46	1.226.560	418.950	0,02
3	1.795.500	1,02	3,69	1.839.840	942.638	0,05
4	1.795.500	1,37	4,92	2.453.120	1.675.800	0,10
5	1.795.500	1,71	6,15	3.066.400	2.618.438	0,15
6	1.795.500	2,05	7,38	3.679.680	3.770.550	0,21
7	1.795.500	2,39	8,61	4.292.960	5.132.138	0,29
8	1.795.500	2,73	9,84	4.906.240	6.703.200	0,38
9	1.795.500	3,07	11,07	5.519.520	8.483.738	0,48
10	1.795.500	3,42	12,30	6.132.800	10.473.750	0,59

Fig. 19

Spostamento del baricentro X_G rispetto alla linea d'apiombo

Se $L = 208m$, è la distanza tra i baricentri dei due piloni e $L_{AB} = 36m$ la lunghezza di un solaio Gerber, metà lunghezza dell'impalcato scatolato è 86m ($208/2 - 36/2 = 86$). Misurando dal baricentro del pilone 10 al punto binario si ottiene 86m. Il tratto AB che supera il binario è circa 10m. Per cui $X_G = 86 - 86 + 10 = 10m$ (Figura 19).

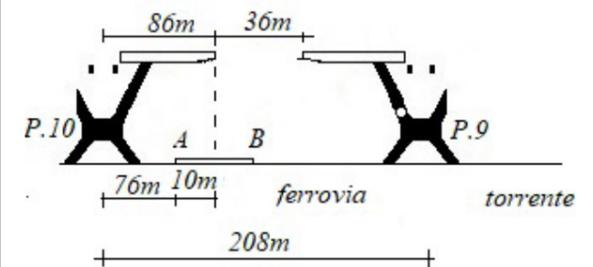


Fig. 20

La velocità orizzontale del tratto B'E'

Anche il tratto B'E' (Figura 20) deve avere pressoché la stessa velocità orizzontale, cioè $v_{0x} = 12,30km/h$.

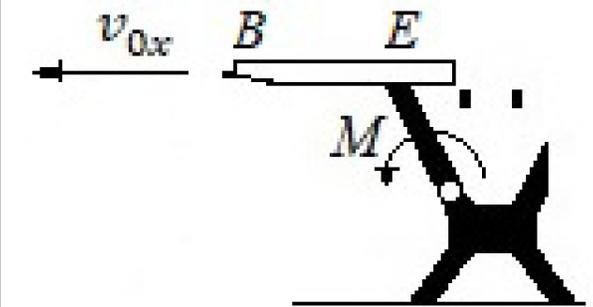


Fig. 21

È crollato prima il tratto B'E' o il tratto E''G'?

Prima crolla il tratto B'E', sulla ferrovia. Questo si evince dall'auto caduta sul tratto B'E' (foto 14). L'auto riesce a percorrere tutto il tratto DE'', ancora integro, con moto balistico scavalca il tratto mancante E'E'' e plana su uno scatolare del tratto E'B' (Figura 21). Per fortuna rimane illeso il passeggero (Davide C.). Costui dichiara infatti di provenire da Savona. La parete inferiore dello scatolare (ormai sopra perché capovolto) attutisce l'urto della caduta. Accanto, a pochi metri alla sinistra della freccia, si intravede un'altra auto, caduta sopra i resti dei puntoni del cavalletto, con la parte anteriore rivolta verso Genova, foto 16. Nel filmato di Davide Di Giorgio si vede prima il crollo del tratto CD e poi quello dell'antenna. Ma si tratta della fase finale. Infatti ribadisco: prima crolla il tratto B'E', sulla ferrovia, dopo quello sul torrente, E''C'. Di quest'ultimo tratto, prima crolla il tratto E''C' e dopo il tratto CD (come da filmato). Immediatamente dopo il crollo del tratto CD crolla l'antenna. In un filmato dei Vigili del Fuoco si nota un pulmino appeso all'inter-

no di quel che resta del cavalletto (Gianluca A.), foto 17. Un altro veicolo cade e resta appeso all'interno del moncone del cavalletto, foto 18.

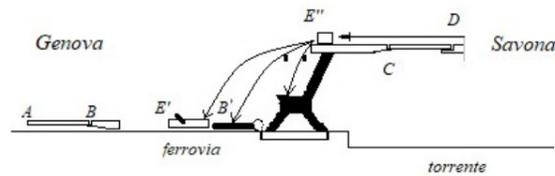


Fig. 22

L'antenna è l'ultima a cedere

L'antenna crolla dopo l'impalcato e lo fa in due momenti. La parte di antenna a sud A_S cade verso il torrente Polcevera e sopra il tratto d'impalcato $E''G'$ e accanto, in direzione Est-Ovest e verso Ovest. La parte di antenna a nord A_N crolla in direzione Nord-Sud e verso l'edificio giallo, a Sud rimanendo in parte sul quel che resta del cavalletto e oltre.



Foto 16

La dislocazione e direzione delle macerie del lato Sud dell'antenna, indica che una forza di notevole intensità ha agito su di essa, da Est verso Ovest. E' ipotizzabile che la forza sia stata quella applicata alla sua estremità da uno o dai due stralli. Gli stralli hanno solo trasmesso la forza d'inerzia acquisita dal tratto $G'C$. Ricapitolando, qualcosa crea una cerniera e poi una rottura dell'impalcato nel punto E'' . Il tratto $E''C$ è così trattenuto solo dagli stralli. Nel punto G' si crea un'altra rottura. Si separano in aria i tratti $E''G'$ e $G'C$. Il tratto $E''G'$, nel crollo, comunica una cospicua quantità di moto mv al tratto $G'C$, ancora vincolato agli stralli. La variazione di quantità di moto si trasforma in un'elevata forza F che sollecita a flessione il lato Sud dell'antenna e la fa crollare a fianco del cavalletto e nel torrente Polcevera (Figura 22).

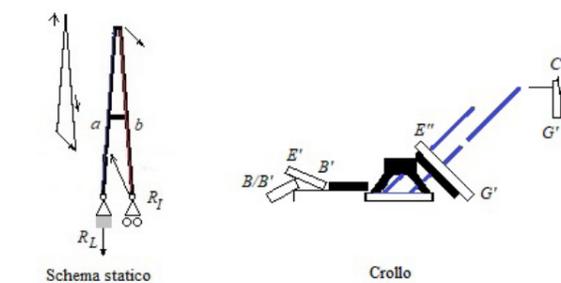


Fig. 23

Il crollo del lato Nord dell'antenna (A_N) è conseguenza del crollo del lato Sud dell'antenna (A_S). Infatti il lato Sud dell'antenna (A_S) durante il crollo trascina, tramite i traversi anche il lato Nord dell'antenna (A_N). Il crollo avviene quasi subito dopo l'applicazione delle forze $F1$ ed $F2$ perché il lato Nord dell'antenna ha momento d'inerzia notevolmente più basso rispetto al lato Sud, in relazione alle forze applicate e alla geometria delle sezioni (Figura 23). La disposizione delle macerie del lato Nord (A_N) dell'antenna, sul moncone di cavalletto e oltre ha una leggera inclinazione verso Ovest (10° massimo), questo conferma ulteriormente che è stato trascinato dal lato Sud (A_S) dell'antenna.

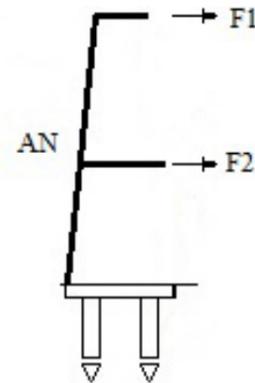


Fig.24

9. Fotogrammi del video di Di Giorgio

Il video ripreso da Davide Di Giorgio conferma quanto sopra descritto. Di seguito si riportano alcuni fotogrammi. Nel fotogramma 1 l'antenna è ancora integra, Nel fotogramma 2 il lato Sud A_S dell'antenna crolla da Est (Genova) verso Ovest (Savona). Nel fotogramma 3 il lato Nord A_N dell'antenna rimane dritta per qualche istante ancora. Infine, nell'ultimo fotogramma, lo si vede crollare da Nord verso Sud.

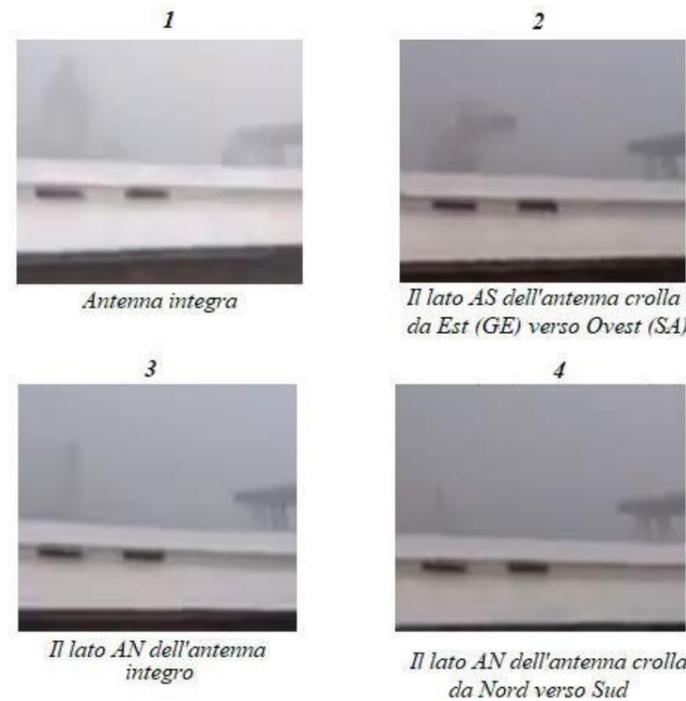


Foto 17

10. Rottura della catena cinematica

La simmetria dei tratti di ponte sul terreno porta a formulare l'ipotesi che il crollo parta dalla formazione di due cerniere di rottura nei punti E' ed E'' e successivamente dalla formazione di cerniere alla base ($X1$ e $X2$) e al vertice (E e G) delle aste terminali del cavalletto e in corrispondenza del vicolo dei doppi stralli (B' e C'). In questo modo a sinistra e a destra del cavalletto si creano due tratti. I tratti di impalcato vincolati dagli stralli (BB' e CC') assumono un movimento indipendente, causato appunto da tale vincolo. Nella Figura 24 si descrivono le varie fasi del crollo del ponte. Appaiono poco chiare le cause di trasformazione degli incastri in cerniere e di quest'ultime in rottura.

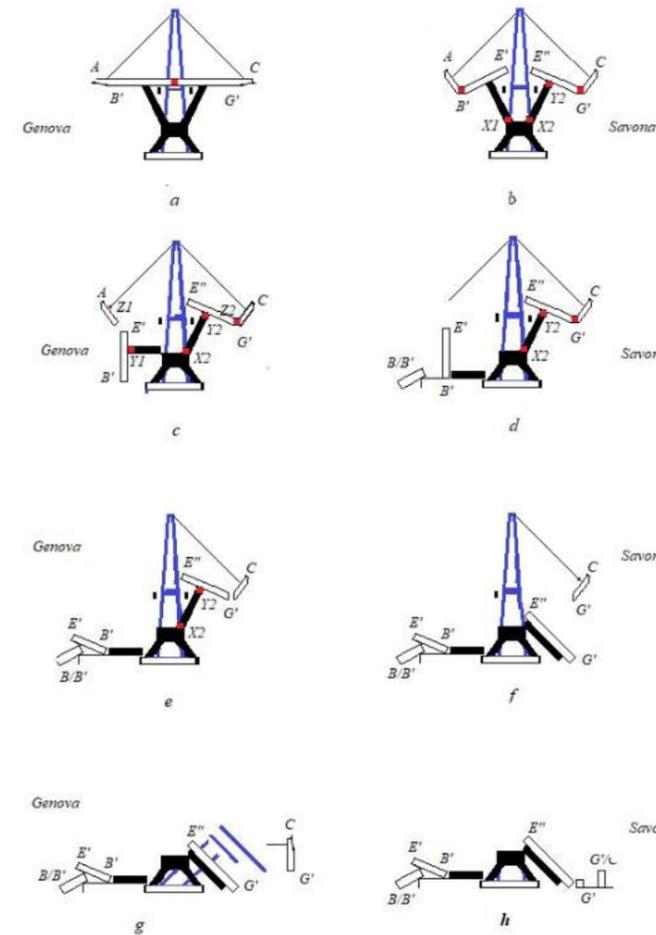


Fig. 25

Si riassume la sequenza del crollo:

- 1) Il crollo ha avuto origine dalla rottura dell'impalcato nei punti E' ed E'' ;
- 2) il crollo è stato agevolato dalla rottura dei puntoni dei cavalletti nei punti $X1$, $X2$, $Y1$ e $Y2$ (base e testa),
- 3) durante il crollo dei tratti BE' ed $E''C$, gli stralli hanno resistito alla rottura,
- 4) il contrasto tra la forza-peso degli impalcati BE' ed $E''C$ e le reazioni vincolari degli stralli ha causato la rottura del tratto BE' nei tratti BB' e $B'E'$ e la rottura di $E''C$ in $E''G'$ e $G'C$,
- 5) i quattro tratti precedenti hanno successivamente assunto moti rigidi indipendenti,
- 6) la coppia di stralli di levante accompagna a terra il tratto BB' facendogli compiere un moto roto-traslatorio,
- 7) la coppia di stralli di ponente rimane ancora vincolata all'antenna e al tratto $G'C$,

8) il tratto $G'C$ aumenta la sua quantità di moto e sollecita con una forza di trazione (tiro) la coppia di stralli e l'antenna.

9) la forza di trazione fa crollare prima il lato Sud A_S dell'antenna, con direzione e verso da Est verso Ovest,

10) il lato Sud A_S dell'antenna tira a sua volta il lato Nord A_N e lo fa crollare sul moncone di cavalletto, verso Sud. •



Carmelo Russo. Ingegnere. Dopo una breve attività nel settore sicurezza e igiene del lavoro per l'impresa Fratelli Costanzo di Catania, si è dedicato all'insegnamento e alla libera professione nel settore dell'edilizia civile, progettando e dirigendo la costruzione e l'installazione di impianti di edifici pubblici e privati. Ha ricoperto incarichi di consulente del Giudice e ha curato progetti strutturali di edifici antisismici.

di edifici pubblici e privati. Ha ricoperto incarichi di consulente del Giudice e ha curato progetti strutturali di edifici antisismici.

Il viadotto sul Polcevera a Genova Dall'elogio dell'inaugurazione all'oltraggio della demolizione

Alessandro Pignagnoli



Immagine Google del viadotto Polcevera prima del crollo

Premessa

Questo breve articolo tratterà alcuni aspetti del progetto del ponte sul Polcevera di Genova, opera di Riccardo Morandi.

Trattare tutto sarebbe infatti impossibile, oltre che estremamente difficoltoso data la complessità e l'assoluta originalità dell'Opera.

Lo scopo è principalmente quello di dare alcuni elementi oggettivi di valutazione sull'opera e, possibilmente, contribuire a fare luce sulle cause del crollo. Molti sono stati i sospetti e i dubbi emersi sulle reali competenze tecniche del progettista, alimentati anche da colleghi; tuttavia mai questi sospetti sono stati supportati da dati oggettivi.

Vi è un secondo scopo: quello di far emergere il reale valore tecnico delle scuole di ingegneria italiane, e quindi dei suoi professori. Morandi, in questo caso, rappresenta simbolicamente tutto questo mondo.

Morandi è stato professore universitario e progettista di notevoli opere, tra le quali il ponte sul Polcevera; opere che si collocano ai massimi livelli di difficoltà tecnica fra le realizzazioni mondiali; insieme con altri ingegneri italiani di fama internazionale, fra i quali voglio ricordare almeno Carlo Cestelli Guidi, è stato un pioniere del cemento armato precompresso, ed è stato un riferimento nel mondo dell'ingegneria.

Se si vogliono avanzare critiche su un progettista, soprattutto quando di livello internazionale come Morandi, occorre portare i dati e analizzare i numeri. Non si può fare diversamente. Pertanto, devo confessare che è stato piuttosto imbarazzante sentire colleghi ingegneri che, in modo alquanto disinvolto, accusavano pubblicamente Morandi di aver sbagliato i calcoli, o di aver progettato una struttura non sufficientemente sicura, senza spiegare il motivo. Tuttavia il dubbio ha attecchito sull'opinione pubblica, anche perché l'operazione mediatica si è svolta senza contraddittorio.

E troppo è stato il silenzio del mondo accademico e degli Ordini professionali. Allora in questo articolo cerchiamo di rimediare per quanto possibile, e proviamo a parlare di fatti e di numeri.

1. Il concepimento

L'opera nasce nei primi anni '60, e viene terminata nel '67, in un contesto urbano completamente edificato.

Morandi opta per una struttura in cemento armato precompresso. Occorre dire subito che all'epoca il CAP era preferito quasi sempre all'acciaio anche dalle commissioni giudicatrici dei progetti; ciò derivava da esigenze di minimizzare i costi, ottenere massima durabilità e minima manutenzione. Per cui nella scelta di costruire un ponte in CAP non vi è stato assolutamente nulla di contraddittorio, e questo è un primo dato.

L'opera presenta molti vincoli: la ferrovia, il torrente, le case. Occorre quindi inventare una metodologia di costruzione a sbalzo, cioè senza sostegni inferiori, e Morandi riesce nell'intento.

2. Lo schema statico della struttura strallata

Ognuna delle tre famose strutture, chiamate comunemente "Pile", può essere definita "strallata" per la presenza, in effetti, dei quattro grandi tiranti in CA (due per lato). Con questo schema strutturale Morandi ha ottenuto una "travata naturalmente precompressa", per l'effetto, appunto, della compressione naturale impressa dai 4 grandi stralli, dovuta solo alla configurazione geometrica.

Partendo dall'analisi di ciascuna struttura (le "Pile" 9-10 e 11) si osserva che la sua semplicità è solo apparente, in quanto costituita da un sistema tridimensionale di travature, molte delle quali rastremate.

L'impalcato viario

Si tratta di un cassone in cemento armato pluri-cellulare, di larghezza totale pari a 18 metri (due corsie per ogni senso di marcia + 2 marciapiedi) e altezza pari a 4,5 metri, con pareti di spessore variabile nelle varie sezioni longitudinali. Semplificando al massimo, l'impalcato può considerarsi longitudinalmente su quattro appoggi "fissi" rispetto ai movimenti verticali, in virtù dell'alta rigidità estensionale degli stralli. Quindi, immaginando in prima battuta un modello "piano", avendo 4 appoggi esso sarebbe due volte iperstatico. In realtà la travata è solidarizzata ai pilastri centrali, quindi il sistema ha un maggior numero di incognite iperstatiche.

La travata, presa a sé stante, non ha elementi eclatanti di innovazione, se non per il fatto di essere stata costruita a sbalzo, per conci, tramite l'utilizzo di cavi esterni estradossali. I conci presentano armature continue. Una volta ultimato, esso si presenta come un cassone pluri-cellulare, quindi di elevata rigidità torsionale. Agli appoggi Morandi aggiunge cavi di precompressione a momento negativo.

I tiranti in CA (stralli)

Conviene approfondire l'analisi di questi elementi, per la rilevanza che rivestono nella statica complessiva del ponte.

La loro concezione, assolutamente unica, è finalizzata a poter trascurare la loro rigidità estensionale rispetto all'impalcato a cassone. Ciò viene ottenuto da Morandi tramite l'utilizzo di cavi principali portanti (trefoli da CAP da 1/2"), tesati in fase costruttiva fino a rendere orizzontale l'impalcato quando sottoposto ai carichi permanenti. Si osserva subito che tali cavi, essendo lunghi circa 84 metri, senza ulteriori accorgimenti tecnici non avrebbero mai avuto rigidità sufficiente per poter fornire vincoli "fissi" alla travata. Pertanto Morandi li inguaina in un getto in calcestruzzo, quest'ultimo precompresso tramite ulteriori cavi "secondari", al fine di aumentare la rigidità estensionale dello strallo e, contemporaneamente, proteggere i trefoli principali dalla corrosione.

Come detto, si tratta di stralli lunghi circa 84 m, inclinati con pendenza del 64% (circa 33°), da gettare in opera, ad altezze notevoli. Quindi, dal punto di vista realizzativo, non si tratta di cosa banale. Ma anche dal punto di vista del calcolo ci si accorge subito che l'idea di Morandi porta a complicazioni analitiche notevoli.

Infatti, data la lunghezza, la "funne" portante costituita da 352 trefoli (i cavi principali) non è schematizzabile come una trave, o come una

semplice biella rigida, essendo non trascurabile la sua deformabilità, cioè gli spostamenti trasversali (il cosiddetto effetto Dischinger). Essa avrà rigidità estensionale variabile con la forma, dipendente a sua volta dal peso trasversale, dalla tensione e dall'allungamento, interagendo con l'impalcato. Non dimentichiamo che il problema, all'epoca, poteva essere affrontato e risolto solo per via analitica. Oggi è possibile risolverlo per via numerica con software appositi, disponendo di elementi finiti "funne", o "cavo", con formulazione in grandi spostamenti, e un solutore non lineare. Ma il problema resta ancora oggi piuttosto complesso.

Si vede allora che, pensando per semplicità a un'unica fune di area equivalente ai 352 cavi principali da 0.93 cm², pari a una sezione resistente di 327 cm², fissata in sommità e assoggettata in basso al peso dell'impalcato in quella fase (circa 910 t), con spostamento orizzontale impedito per presenza dell'impalcato, si hanno almeno quattro configurazioni da studiare. Nel seguito se ne analizzano nel dettaglio solo due, a titolo d'esempio.

- Fase (1): Si ha il solo cavo da 327 cm², tesato per sopportare il peso proprio e quello dell'impalcato (circa 910 ton); esso trova la propria configurazione d'equilibrio con una freccia massima di circa 11 cm; Le tensioni nel cavo variano di poco (circa 5170 kg/cm²). Vedere immagini seguenti.



Fig. 2.

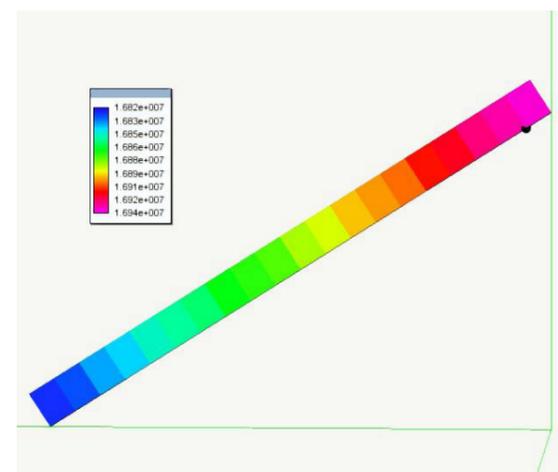


Fig. 3

- Fase (2): si aggiunge il peso del getto esterno (guaina in CLS sez. 100x120 cm - pp=3.000 kg/m), che graverà sui cavi principali già in tensione: risolvendo, si ha che la freccia passa a 116 cm, e le tensioni nei cavi - con massimo sull'antenna - arrivano a 6460 kg/cm². Vedere immagini seguenti. Dal lato pratico-realizzativo, balza all'occhio un problema: a

causa della freccia finale di oltre un metro, la guaina deve essere gettata necessariamente per conci, e questi mantenuti distanziati fra loro, per consentire l'adattamento della catenaria al peso aggiunto mano a mano. Quindi la solidarizzazione dei conci dovrà essere fatta solo alla fine, e quindi anche la precompressione tramite cavi secondari.

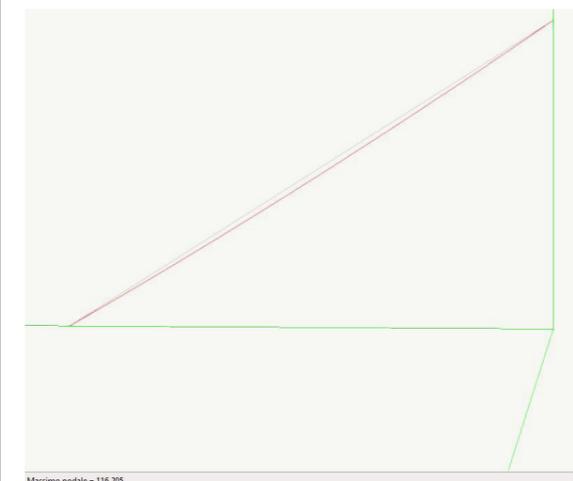


Fig. 4

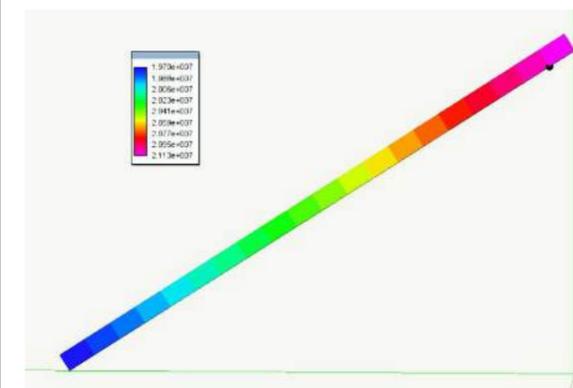


Fig. 5

Ovviamente le tensioni aumenteranno ancora nelle fasi successive, aggiungendo i pesi permanenti dell'impalcato e i carichi variabili, con massimo sempre in sommità. Si tratta tuttavia di cavi ad alta resistenza (oltre i 17.000 kg/cm²). Quindi si avrà:

- Fase (3): La guaina esterna viene precompressa. In questa fase si tratta di studiare la stabilità di un'asta, già in configurazione curva, soggetta a carico di punta ma stabilizzata dai cavi interni tesi.
- Fase (4): vengono iniettati i cavi principali, al fine di solidarizzarli alla guaina esterna, creando lo strallo "finale" ideato da Morandi.

Notiamo inoltre che, con i carichi variabili da traffico, il tirante "omogeneizzato" lavora in decompressione. Quindi la sua rigidità estensionale "K" vale: $K=F/DL$; ponendo $F=1$ si ha $K=EA/L$. Valutiamo l'ordine di grandezza di tale rigidità: essendo la sezione in CA pari a 100 x 120 cm e ipotizzando un CLS con un modulo elastico di circa 350.000 kg/cm², si ottiene che K vale $= 350.000 * 12.000 / 8.400 = 500 \text{ t/cm}$ (trascurando il contributo dell'acciaio).

I cavi primari da soli, senza la guaina in CLS, avrebbero avuto la rigidità $K' = 2.100.000 * 327 / 8.400 = 81,7 \text{ t}$

cm, cioè circa di 1/6. Si vede quindi che:

- senza lo strallo omogeneizzato "alla Morandi", anche adottando 10 ordini di stralli da 327 cm2 cadauno non si sarebbe mai ottenuto un vincolamento assimilabile al fisso per il cassone;
- la variazione tensionale nei cavi primari dovuta ai carichi variabili, una volta iniettati correttamente, risulta trascurabile, in quanto lo strallo lavora per decompressione del CLS;
- il corretto funzionamento del "sistema" omogeneizzato è facilmente verificabile in sede di collaudo, con misure estensimetriche sul CLS e misurando l'abbassamento totale dell'impalcato.

Si può concludere che, nel progetto di Morandi, le tensioni "di lavoro" dei cavi principali non arrivano al 50% del carico di rottura e risultano sostanzialmente insensibili ai carichi ciclici da traffico. Ovviamente tutto ciò è valido se i cavi sono correttamente iniettati e fino a quando non si fessura a trazione la guaina in CLS. Non è ben chiaro al sottoscritto come Morandi, dal punto di vista pratico-realizzativo, sia riuscito a realizzare questi stralli. Tuttavia è chiaro che, per come sono stati concepiti, risultano elementi di grande sicurezza e durabilità, a condizione che ogni prescrizione del progettista sia stata effettivamente seguita durante la realizzazione e che non si siano innescati fenomeni di corrosione rilevanti dei cavi di precompressione.

3. L'autorizzazione ministeriale, il Collaudo e la messa in esercizio

Il Progetto è stato elaborato in ottemperanza alle normative italiane vigenti all'epoca, e in particolare le normative sul CA, sul CAP e sui carichi dei ponti. Segnalo solo che si tratta di un corpo normativo estremamente sintetico ma, come si vedrà, assolutamente all'avanguardia per quegli anni.

§ 216. — 7 marzo 1960, n. 494. Ministero dei Lavori Pubblici. Consiglio Superiore. Norme per l'impiego delle strutture in cemento armato precompresso e note applicative (10).

Con riferimento al Decreto del Capo provvisorio dello Stato 20 dicembre 1947 n. 1516, ferme restando le disposizioni relative al rilascio dell'autorizzazione per la costruzione di strutture in cemento armato precompresso di cui agli art. 2 e 3 del citato Decreto e facendo seguito alle circolari n. 1571 del 18 luglio 1949 (§ 212), n. 2000 del 18 agosto 1952 (§ 213), n. 2445 del 28 novembre 1953 (§ 214) o n. 2323 del 2 agosto 1955 (§ 215), si portano a conoscenza degli Uffici dipendenti e degli Enti comunque interessati, le norme aggiornate di cui all'oggetto predisposte dall'apposita Commissione istituita con Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici di concerto col Ministro del Tesoro n. 10616 del 24 luglio 1958.

Pertanto i detti Uffici ed Enti dovranno tenere presenti dette norme aggiornate, in sostituzione di quelle di cui alla circolare n. 2323 del 2 agosto 1955 (§ 215), nella progettazione e nell'esecuzione di opere in c.a.p.

Fig.5

Ha poi ottenuto l'autorizzazione del Consiglio superiore dei lavori Pubblici, in quanto obbligatoria all'epoca essendo una struttura in CAP. Al termine della costruzione il ponte è stato sottoposto a Collaudo statico, tramite prove di carico, in quanto obbligatorio anch'esso. Segnalo che alcuni colleghi sono in possesso delle immagini dell'epoca, con le foto della strumentazione utilizzata. Sui contenuti delle normative suddette, e sul confronto con quelle attuali, si tornerà nel seguito.

4. Il Calcolo del sistema iperstatico

Potrebbe sembrare semplice, a prima vista, affrontare oggi l'analisi di questa struttura disponendo di software di calcolo automatico. Avendo a disposizione i carichi e le geometrie, si può partire da un'analisi elastica lineare, come lo stesso Morandi ha fatto, utilizzando un modello "piano".

Ci si accorge però immediatamente che il software non è di grande ausilio se non si capisce in modo approfondito come questa struttura è stata concepita, e come funziona. Essa infatti richiede una conoscenza ingegneristica approfondita di molte tematiche: dal funzionamento dei tiranti, di cui si è già detto; all'impalcato a cassone - pluricellulare, iperstatico e precompresso; alle aste, a sezione variabile; al sistema fondale su pali.

Poi vi sono altre problematiche più generali: la spinta del vento, la ripartizione trasversale dei carichi sull'impalcato, le variazioni termiche. Poi vi sono le fasi costruttive, tutte studiate dal progettista, dovendo realizzare l'impalcato a sbalzo, cioè senza centine di appoggio.

Trattandosi di un progetto degli anni '60, ovviamente il calcolo è stato svolto con metodi manuali, per cui tutto è risultato molto più difficoltoso di oggi. Vediamo alcuni passaggi a titolo d'esempio.

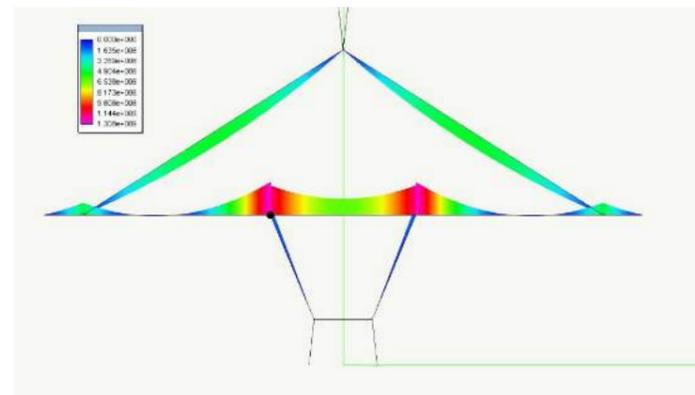


Fig. 7- Esempio di modellazione piana elastica del Polcevera

Il calcolo strutturale svolto secondo le procedure analitiche dell'epoca

Il sistema iperstatico, immaginando i tiranti inestensibili, è stato risolto da Morandi con il metodo della "Congruenza" (o delle Forze), che porta ad equazioni di congruenza del tipo $[C]\{F\}=\{\alpha\}$, note come "equazioni di Muller-Breslau". Tale metodo non viene più utilizzato da decenni, in quanto soppiantato dal metodo degli elementi finiti che è adottato nel calcolo automatico delle strutture. Ma all'epoca veniva preferito il Metodo della Congruenza, rispetto a quello dell'Equilibrio (oggi più abituale a noi), in quanto più facilmente risolvibile "a mano".

Rinfreschiamo brevemente l'argomento, perché porta a toccare con mano le capacità del progettista.

Con il metodo della Congruenza, si ottiene un sistema di "n" equazioni di congruenza in "n" incognite, del tipo $[C]\{F\}=\{\alpha\}$, dove:

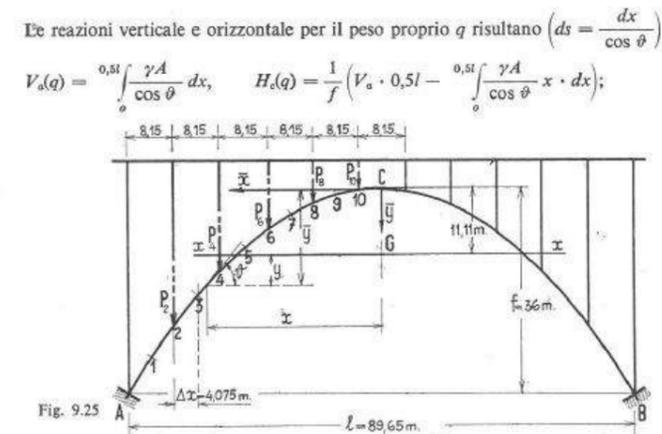
- [C] è la matrice di deformabilità,
- {F} è il vettore delle incognite iperstatiche (forze, momenti),
- {α} è il vettore dei termini noti, cioè i movimenti dovuti ai carichi esterni nella struttura resa isostatica.

I termini della matrice [C], e i termini noti {α}, venivano all'epoca calcolati applicando il Principio dei lavori virtuali (PLV). Risulta però subito evidente che, anche il semplice calcolo di un telaio piano (vedi immagine soprastante) a 8 iperstatiche (ad esempio i momenti), richiede un gran lavoro di calcolo di integrali del lavoro di deformazione, in quanto la matrice [C], nel caso di 8 iperstatiche, è composta da 64 coefficienti. E occorre calcolarli tutti, in quanto la proprietà di

simmetria serve per verificare le approssimazioni di calcolo.

Ad esempio, per calcolare anche solo il contributo del momento (ove la struttura sia sufficientemente snella), richiede di calcolare con il PLV parecchi integrali del tipo: $\int M d\theta$ (che si può scrivere anche: $\int M \cdot (M/EI) dz$, ove "z" è l'asse dell'asta considerata), prendendo in conto tutte le aste sollecitate. Tenendo poi presente che le aste del Polcevera sono quasi tutte rastremate, gli integrali si complicano per la variabilità del momento d'inerzia lungo l'asse.

All'epoca, in questi casi, gli integrali venivano calcolati per via "discreta" con il metodo di Simpson. Per vedere un esempio di calcolo di una struttura con questo metodo, consultare ad esempio: Piero Pozzati - Vol 1 - pagg. 272-273, di cui si riporta uno stralcio. Per il metodo di Simpson sul calcolo discreto degli integrali si veda ad esempio: O.Belluzzi "Scienza delle Costruzioni" - Vol. 2 - pag 159.



e calcolando gli integrali con la formula di Simpson si ottiene (se il numero dei tronchi in cui è stato suddiviso l'intervallo d'integrazione è dispari, il contributo di un tronco viene valutato a parte):

$$V(q) = 139,2 \text{ t}, \quad H_c(q) = 72,7 \text{ t}.$$

Fig. 8 -Immagine tratta dal testo di Piero Pozzati - Teoria e Tecnica delle strutture Vol. 1

Anche i "movimenti" (spostamenti e rotazioni) dovuti ai carichi esterni, cioè i termini noti {α} del sistema di equazioni, venivano calcolati con il PLV.

Si parla quindi di molte pagine, scritte a mano, di calcoli di coefficienti di matrici, in quanto tutto ciò non era da svolgere soltanto per i carichi "permanenti", strutturali e portati: vi erano anche da calcolare le linee di influenza dei carichi variabili (traffico) nelle varie sezioni di verifica, che venivano anch'esse calcolate a mano, ad esempio utilizzando il teorema di Land-Colonnetti, valido in campo elastico. Poi vi erano tutte le fasi costruttive, anch'esse tutte verificate, in quanto la geometria variava da fase a fase, almeno fino all'aggancio degli stralli.

In conclusione: un progetto di questo genere, soprattutto con gli strumenti dell'epoca, era ed è ancora alla portata di pochissimi. È richiesta una comprensione completa del funzionamento delle strutture, quindi la conoscenza approfondita dei teoremi dell'elasticità, dei relativi metodi analitici di risoluzione, della meccanica dei materiali. Ma soprattutto la capacità di distinguere ciò che è essenziale da ciò che non lo è, e soprattutto quest'ultima cosa, nonostante i programmi di calcolo, vale ancora oggi.

5. Le critiche al Progetto

Diverse sono state le critiche avanzate all'opera e al progettista successivamente al crollo. Nel seguito verranno trattate quelle più rilevanti.

a) Carichi di progetto, vigenti all'epoca, inferiori a quelli delle norme attuali.

Com'è facile verificare, la normativa sui carichi dei ponti vigente all'epoca prevedeva dei carichi che, sostanzialmente, sono rimasti invariati anche nei decenni successivi, quando il traffico già era aumentato ai livelli che conosciamo oggi. ESEMPIO: prendendo a riferimento le norme italiane emanate nel 1980:

- il carico di tipo "A" vale: 4.35-L/250 (t/m); quindi ponendo L = 172 m (lunghezza totale della pila 9), il carico varrebbe: 3.7 t/m. Il carico adottato da Morandi vale 4.1 t/m, che equivarrebbe ad una luce di calcolo di circa 60 m, quindi giustamente e cautelativamente riferito circa all'interasse degli appoggi.
- Stessa cosa vale per le stese di Carico di tipo "B".
- La folla sui marciapiedi vale 0.4 t/mq, che è lo stesso valore adottato all'epoca da Morandi.
- Incremento dinamico f del carico: quello considerato da Morandi vale 1.17-1.20; facendo riferimento ad un noto testo di "Costruzioni di ponti" degli anni '80, si legge testualmente: "... Il coefficiente dinamico f è normalmente inferiore a 1.4-1.5, per decrescere fino a 1 per luci superiori a 80-100 m. Ne discende che Morandi ha considerato il coefficiente dinamico relativo alle luci intermedie, a favore di sicurezza.

Pertanto, la critica sui carichi di progetto è infondata. L'unico fatto (pare) riscontrato inerente i carichi del Polcevera è che, negli anni, sono stati aumentati i carichi permanenti "non strutturali" (asfalto, barriere, ecc). Per i variabili da traffico, invece, è aumentata la frequenza ma non l'entità, ma si è già visto che gli stralli del Polcevera, se "integrati", sono poco sensibili ai carichi variabili ciclici come tutte le strutture precomprese in generale.

b) Non conoscenza approfondita del comportamento nel tempo del cemento armato precompresso.

Tale critica, in assoluto, è quella che più di tutte ha stupito il mondo dell'ingegneria. Ricordiamo infatti che proprio le Università italiane, agli inizi del '900, hanno avuto ricercatori che sono stati pionieri del CAP nel mondo. Ricordiamo anche quante centinaia di ponti in CAP sono stati realizzati ben prima del Polcevera, senza che nessuno mai avanzasse dubbi sulle conoscenze "tecniche" dei progettisti (Cestelli Guidi, ad esempio, ha realizzato parecchie notevoli strutture in CAP, e non solo ponti). Tuttavia, anche in questo caso, la cosa migliore da fare è un confronto diretto fra i contenuti della normativa italiana utilizzata da Morandi nel progetto del Polcevera (per il CAP egli ha utilizzato la Circolare 7 marzo 1960, poi aggiornata nel 1965), e le norme attualmente vigenti. Si vedrà immediatamente che non vi è nessuna differenza concettuale essenziale, né di prescrizioni, né sui tassi di lavoro dei materiali. Si riporta qualche passaggio della norma del 1960, che invito a rileggere, in particolare per apprezzarne la chiarezza positiva e l'essenzialità dei concetti.

7) *Caratteristiche meccaniche.*

Le caratteristiche meccaniche richieste per gli acciai sono le seguenti:

1) modulo elastico all'origine, limiti convenzionali allo 0,1% e 0,2% di deformazione permanente; carico ed allungamento di rottura misurato sulla base, espressa in millimetri, di $(80+10 \varnothing)$ per fili di acciaio fino a 3 mm, o di $10 \varnothing$ per fili di diametro maggiore di 3 mm. Dette caratteristiche dovranno risultare da un diagramma sforzi-deformazioni;

2) resistenza al piegamento alterni su un mandrino di diametro quadruplo di quello del filo in esame.

A titolo facoltativo possono essere richieste le seguenti altre caratteristiche:

3) resistenza a torsione alterna su base di 50 diametri (effettivi od equivalenti);

4) resistenza alla fatica ondulata (intervallo di oscillazione del carico che il campione può sopportare un milione di volte con frequenza non superiore alle mille alternanze al minuto, a cavallo del carico di servizio);

5) rilassamento a 120 ore.

Le prove di fatica ondulata sono obbligatorie per armature che subiscano in opera oscillazioni di carico di ampiezza superiore a 10 kg/mm².

Le prove di rilassamento sono obbligatorie per armature formate da treccie metalliche composte da più di tre fili.

Fig. 9

12) *Posa dei cavi e messa in tiro.*

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe ecc.

Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano effetti corrosivi sia durante il magazzino sia in opera, fino all'iniezione dei cavi. All'atto della messa in tiro si devono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato o l'allungamento conseguito; i due dati devono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi-allungamenti (si considera il diagramma ottenuto con la media dei dati relativi alle quattro prove estensimetriche richieste nei precedenti articoli) a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Fig. 10

Si riporta poi, a completamento, uno stralcio della normativa del '65 ove si indica un metodo di calcolo a rottura della sezione precompressa (verifica già obbligatoria) proposta dal C.E.B.:

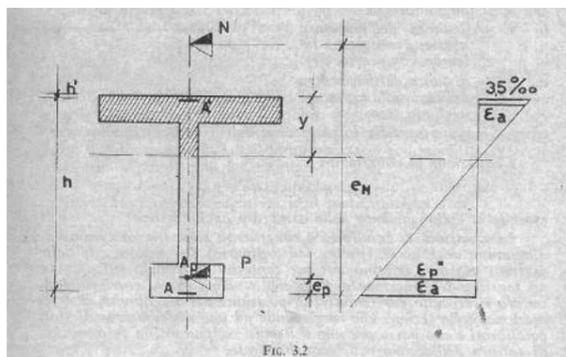


Fig. 11

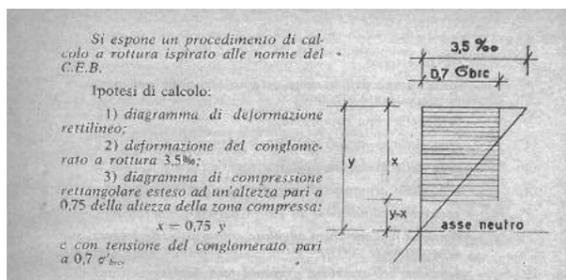


Fig. 12

Si nota subito che il metodo suddetto è lo stesso utilizzato oggi, con praticamente gli stessi valori limite di sfruttamento dei materiali (a meno che qualche collega non ritenga che lo "zerovirgola" nell'ingegneria conti qualcosa).

Scorrendo ancora le norme dell'epoca si trovano le stesse prescrizioni utilizzate oggi, anche sulla spinta del vento e sulle dilatazioni termiche dei materiali. E, ove assenti le prescrizioni, Morandi ha fatto da sé, come ogni grande progettista sa fare.

c) **Carenza di armature nelle strutture**

Anche tale affermazione non convince assolutamente, a meno che non si stia alludendo a carenze realizzative, indipendenti dal progettista e attualmente non note.

Il progetto del Polcevera rispetta quelle che erano le normative italiane degli anni '60; ma se facciamo un confronto con le sezioni di ponti più tradizionali e recenti, progettati con normative degli anni '70-'80, vediamo che, argomento per argomento, punto per punto, i criteri progettuali sono rimasti invariati e i contenuti delle norme sono rimasti sempre gli stessi. Questo vale anche per quanto riguarda il CAP.

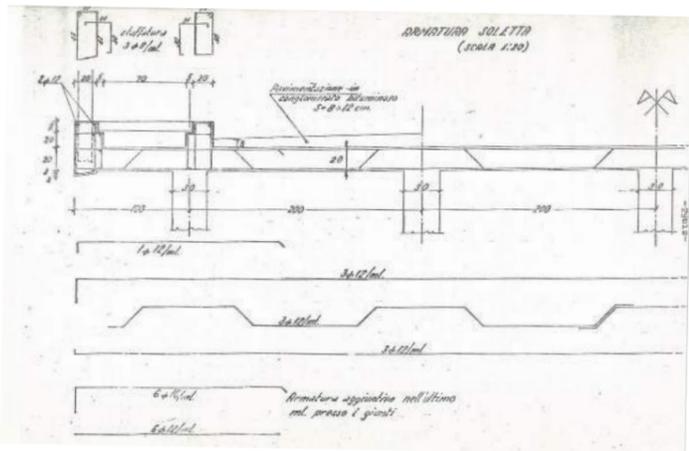


Fig. 13 - Sezione di un ponte a travata precompressa - anni '80-'90

Le strutture progettate negli anni '60 e '70), con quelle normative, sono la maggioranza in Italia. Alla prova dei fatti la verità è che esse hanno dimostrato grande affidabilità e durabilità, in particolare se si considera che per molte di esse la manutenzione non è mai stata fatta.

d) **Scarsa robustezza rispetto agli eventi eccezionali**

Questa critica, per la verità molto vaga, è forse la più subdola e scorretta. Essa è stata già largamente smentita dai numeri mostrati in precedenza.

Si è visto dai numeri che la struttura integra presentava riserve di sicurezza altissime, soprattutto negli stralli, che erano elementi essenziali per la statica del ponte. Essi presentavano una riserva di resistenza di più del doppio del carico massimo immaginabile sul ponte, unita ad una sostanziale insensibilità ai carichi ciclici. Senza stralli il ponte non poteva reggere, e Morandi lo sapeva molto bene.

Tuttavia per una critica di questo genere non si può prescindere dall'epoca di costruzione. Tutte le strutture dell'epoca erano costruite con gli stessi livelli di robustezza. Negli anni più vicini a noi si è cercato, in generale, di aumentare le riserve di resistenza delle strutture ma il discorso non può essere generalizzato a tutte le tipologie costruttive: alcune si prestano maggiormente di altre.

6. **Il video del crollo**

Abbiamo visto recentemente il video del crollo della "pila 9", secretato per molti mesi dalla magistratura. Quel video non è chiarissimo; tuttavia, visionato al rallentatore fotogramma per fotogramma, mostra alcuni elementi conoscitivi molto importanti.

Vi è un primo iniziale movimento dell'impalcato all'istante 36, con un abbassamento contemporaneo degli attacchi dei due stralli sud, associato a una ovvia torsione dell'impalcato stesso, sia lato Genova (Est) che lato Savona (Ovest). Chiamiamolo istante "T_0".

In quell'istante "T_0" vi sono pochi carichi sul ponte. In corsia sud stanno transitando i due veicoli "pesanti" ben noti, che si trovano in corrispondenza dello strallo "sud-ovest", mentre un altro veicolo di carico simile sta transitando in corrispondenza dello strallo "sud-est". Ipotizzando un peso cadauno di 400-500 quintali, due di questi veicoli gravano quasi interamente sullo strallo sud-ovest. Tuttavia ci si accorge subito che un carico del genere (1000 quintali = 100 tonnellate) rappresenta meno del 5% del carico di rottura dello strallo (100t/2000t), quindi un carico del tutto irrilevante. Ovviamente parliamo dello strallo integro, nelle condizioni del giorno in cui è stato collaudato.

Sempre in quell'istante "T_0", le strutture sottostanti l'impalcato, e le antenne, sono ancora integre, nonostante vi sia un'asimmetria dei carichi altissima e assolutamente anomala.

Ricordiamo inoltre che in quel momento vi era vento, associato a un forte e repentino abbassamento di temperature. Si tratta comunque di azioni considerate in sede di progetto, che possono costituire solo concause del crollo.

La causa principale, quindi, che si desume dal video, è il cedimento di uno strallo all'istante "T_0". Pare essere quello sud-est, che si allunga leggermente e poi si stacca dall'antenna nella zona alta (ma l'immagine non è chiara: così pare analizzando i reperti). Si tratta quindi di una rottura "fragile", che contrasta con il comportamento a rottura "atteso" dello strallo integro.

All'istante successivo, chiamiamolo "T_1", essendo ancora attaccato lo strallo di Sud-ovest, quest'ultimo spezza "a taglio" la sommità dell'antenna sud e il traversone di collegamento, trascinandoli con sé nella caduta. Il cedimento dei due stralli sud, in rapida sequenza ("T_0" - "T_1"), provoca un drastico cambio di sollecitazione nell'impalcato a cassone. Esso infatti risulta in quel momento soggetto a torsione, a cui si somma una compressione fortemente eccentrica sul piano orizzontale per effetto dei due stralli ancora agganciati a nord. All'istante "T_3" l'impalcato si rompe, quasi contemporaneamente a est e ovest, essendo sollecitato a flessione e torsione. Subito dopo cedono le strutture sottostanti, per sollecitazione eccessiva.

Solo successivamente, istante "T_4", cede tutta l'antenna nord, con gli stralli attaccati; cede in quanto, mancando il traversone sommitale, si trova sbilanciata. Si nota quindi che gli stralli Nord, nonostante le sollecitazioni, non mollano fino alla fine.

Si nota infine, all'istante "T_5", che l'impalcato cede nella zona centrale. Essendo già collassati gli appoggi centrali, esso si appoggia sui traversi inferiori delle due antenne, ruotando su sé stesso. La rottura nella zona centrale, nonostante il fortissimo incremento di momento negativo, avviene solo per ultima.

7. **Le cause del crollo e Conclusioni (provvisorie e parziali)**

Fatta tutta questa disamina, ci accorgiamo che manca ancora qualche elemento conoscitivo per capire completamente le cause del crollo. È possibile però trarre qualche conclusione, in quanto possiamo dire ciò che sicuramente NON è stato, procedendo poi per esclusione.

Non è stato un errore progettuale, né una carenza normativa, né carenza di conoscenza del funzionamento del CAP. Non è stato un problema legato all'aumento dei carichi da traffico, in quanto i carichi di progetto dell'epoca erano praticamente gli stessi di oggi, e in

quanto il collasso è avvenuto a ponte praticamente scarico. Non può essere stato un problema di grave difformità realizzativa rispetto al progetto, in quanto la struttura era stata collaudata positivamente. Il ponte, ricordiamolo, è stato in piedi 50 anni, portando carichi ben maggiori di quelli presenti all'istante del collasso.

Si è staccato uno strallo, questo pare sicuro, ma resta da capire il "perché". Il "perché", dal video, non si vede e non si capisce. Inoltre, la rottura dello strallo mostrata nel video è stata di tipo "fragile", quindi non in linea con il comportamento dello strallo "integro" e realizzato secondo progetto.

Andando per esclusione, quindi, rimangono soltanto: la corrosione dei cavi dello strallo, o la rottura fragile di un altro elemento connesso agli stralli, e la mancata manutenzione, associati poi ad una serie di concause come vento e temperatura. Altre azioni, come i fulmini, non sono rilevanti.

Non potendo quindi mettere la parola "fine", concludo in questo modo. Le presunte "paure" del Prof. Morandi inerenti la sua struttura, che qualcuno ha paventato, sono una favola; se paure ve n'erano in Morandi potevano essere solo nella consapevolezza dell'imbecillità umana, della quale già il grande Albert Einstein ci aveva avvertito.

Un pensiero "preoccupato", poi, deve andare a chi si è sentito autorizzato, senza numeri alla mano, a screditare l'ing. Morandi e l'ingegneria italiana. I fatti dimostrano che Morandi, e con lui le università italiane, e l'ingegneria italiana, erano e sono di altissima qualità; che gli ingegneri italiani sono capaci di costruire e garantire la sicurezza delle strutture; ed infine che noi ingegneri italiani non siamo tutti dei lacché al servizio dei potenti di turno, e non abbiamo paura di dire la verità.

L'epilogo, cioè la scellerata e vandalica decisione di demolire tutta l'opera, è invece un chiaro tratto distintivo dell'epoca in cui stiamo vivendo, ove la cultura è messa all'angolo, le testimonianze cancellate, mentre l'interesse politico-economico di pochi prevale sull'interesse collettivo.

L'ultimo pensiero ovviamente va alle vittime innocenti di questa tragedia, e a famigliari, a cui mi unisco nel dolore ma anche nella lotta per la verità. •

Bibliografia:

- O. Belluzzi "Scienza delle Costruzioni" - Ed. Zanichelli
- P. Pozzati "Teoria e Tecnica delle strutture" - Ed. UTET
- M.P. Petrangeli "Costruzione di ponti" - Ed. ESA
- C. Cestelli Guidi "Cemento Armato Precompresso" - Ed. Hoepli

Alessandro Pignagnoli. Ingegnere civile, laureato a Bologna nel 1992, con indirizzo "strutture". Associato dello studio *CPR Ingegneria*. Nel corso di "Costruzioni di Ponti" è stato allievo del compianto prof. Maurizio Merli e dell'assistente ing. Giovanni Ricci Bitti, che ringrazia infinitamente.

Considerazioni sul collasso della struttura

Luciano Belli Laura

Non credo che il cedimento dello "strallo" o tirante abbia provocato il catastrofico cedimento di tutto il sistema bilanciato della "pila nove" e delle due "travi tampone" ad essa adiacenti. Viceversa, penso che il collasso sia dovuto al cedimento di altre parti della struttura per ragioni ancora non chiare. Manca, purtroppo il filmato dirimente sul crollo, tuttora incredibilmente secretato dalla Procura. Occorre, quindi, sserve le macerie, basarsi su un minimo di conoscenze strutturali di base e considerare come fosse ideata tutta la struttura collassata il 14 agosto 2018.

La "pila nove", gemella della "pila 10" e della "pila undici" risulta costituita:

- **impalcato** a cassone retto da quattro appoggi e con estremità conformate da "selle Gerber" per l'appoggio delle "travi tampone" con luce uniforme di 36 metri;
- **cavalletto** ad "H" costituente i due appoggi intermedi dell'impalcato;
- **antenne** ad "A" collegate dal traverso sommitale sul quale passano (ovvero non sono ancorati) i due (e non quattro) "stralli" costituenti i due appoggi estremi dell'impalcato.

Ne conseguirebbe che il cedimento d'un pezzo di "strallo" non possa aver provocato il cedimento del resto. E soprattutto appare inverosimile che la rottura d'uno "strallo" in un punto qualsiasi compreso tra l'attacco all'impalcato ed il passaggio sul traverso collegante le "antenne", possa essere seguito da analoga rottura dall'altra parte; giacché, il tirante dalla parte opposta sarebbe sfilato sul traverso sommitale ma non rotto.

Cosicché, pare verosimile sostenere una dinamica diversa del collasso. Avvenuto probabilmente con questa sequenza:

- **cedimento** dei bracci del "cavalletto ad H" costituenti gli appoggi intermedi dell'impalcato, distanti 41,48 m.;
- **incremento** notevole delle sollecitazioni flettenti la trave d'impalcato per incremento ragguardevole - sino a 141,10 metri - della luce libera tra gli appoggi restanti all'estremità;
- **rottura** in più punti dell'impalcato che in parte sarebbe:
 - dal lato Savona, traslato a terra con rotazione attraverso l'asse longitudinale del viadotto;
 - dal lato Genova-Ovest, ribaltato a terra con rotazione attraverso l'asse trasversale del viadotto, giacché rimasto sorretto dal tirante o "strallo";
 - nella parte mediana, precipitato sui due collegamenti trasversali delle quattro aste costituenti le "antenne ad A";

- **cedimento** delle "antenne ad A" per sollecitazioni impreviste che si sarebbero manifestate sia all'altezza dei suddetti collegamenti trasversali sia al culmine reggente gli "stralli";
- **rottura** in varie parti delle "antenne ad A" e degli "stralli" per incremento di sollecitazioni non previste.

Ne conseguirebbe che il collasso di tutto non sarebbe colpa degli "stralli", ma delle "saette" costituenti il cavalletto ad "H". Ossia, al cedimento di comunissime pile reggenti un comunissimo impalcato. E non al cedimento di tiranti che si vuol considerare **singolari** nel senso deteriore del termine. Sui quali, tuttavia, scatenare l'avversione PSICOLOGICA di chiunque. Per indurre a credere alla "teoria" del cedimento per **colpa** della rottura degli "stralli" **singolari** e quindi **maledibili**.

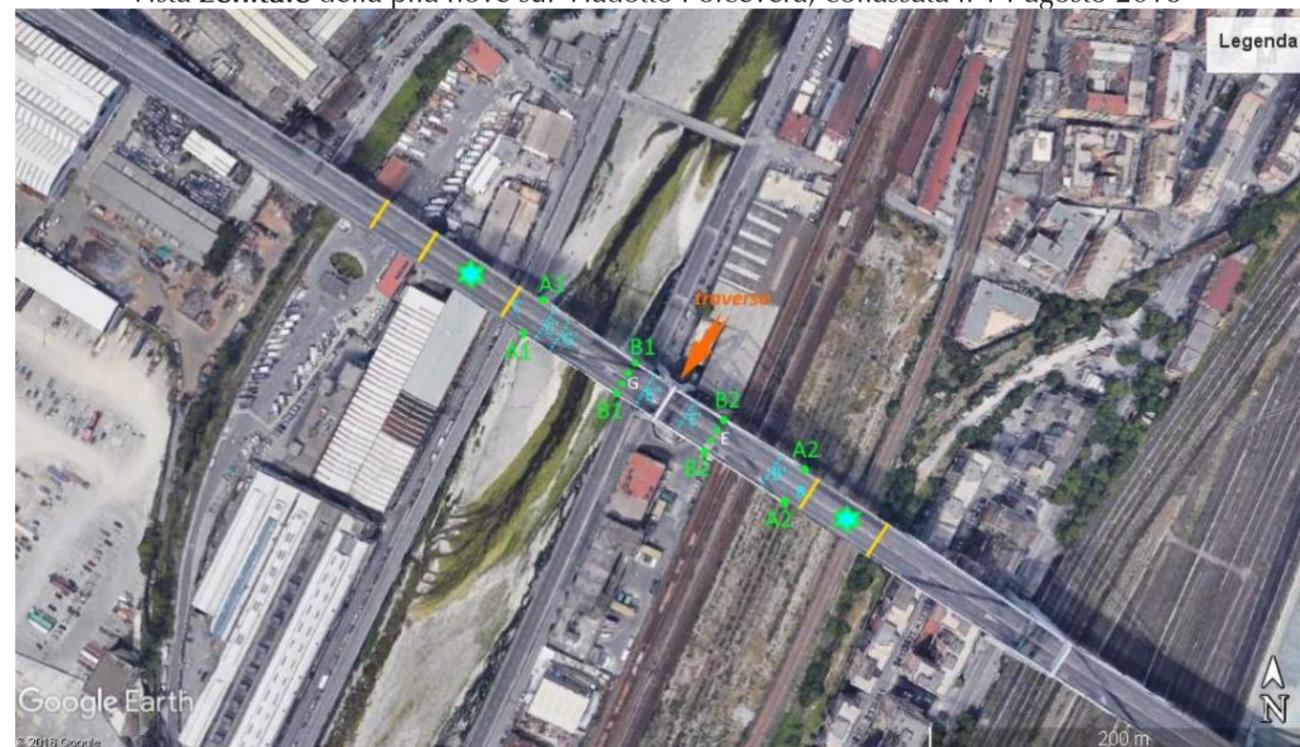
La "teoria" dell'ing. A. Brencich che riteneva mal progettato il "Ponte Morandi" e dell'ing. E. Codacci Pisanelli che ritiene sia mal realizzato da Condotte Spa e considera che il cedimento del 14 agosto sia dovuto a sollecitazioni provocate dal differenziale termico tra cassone e stralli. La "teoria" dei periti del Procuratore della Repubblica che indaga giustamente una pleora d'addetti ai lavori che NON hanno provveduto a limitare od inibire il traffico sulla struttura progressivamente deteriorata.

Una struttura geniale e ben costruita che potrebbe essere collassata per eccessivo *affaticamento* di elementi strutturali senza adeguata manutenzione. Realizzata dall'ing. G. Camomilla solo nella parte *singolare* dei tiranti della "pila undici". Prevista tardivamente pure nella parte *singolare* dei tiranti delle "pile nove e dieci", ma mai realizzata. Sfruttata poi al fine di cancellare gli "stralli" assassini e tutto ciò che ricordi minimamente la singolarità del progetto e della Realizzazione dell'ing. Riccardo Morandi.

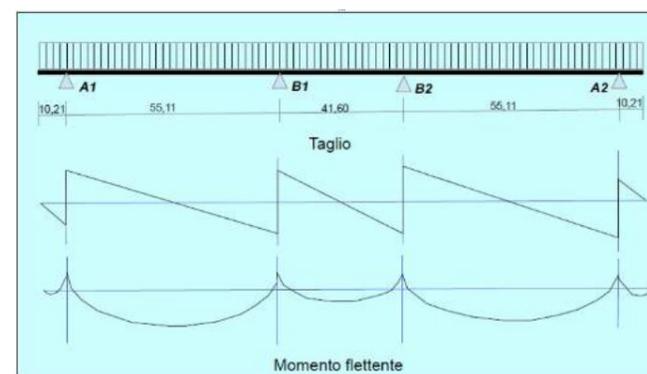
Per far spazio alla banalità ideata dall'archistar genovese e senatore a vita. Accorso come *architetto condotto* a proporre un "ponte" che dovrebbe durare mille anni sebbene non ne abbia dedicato alcuno al progetto d'un vero ponte o viadotto. Un'idea di "ponte" osannata dal commissario **straordinario** fin dal primo momento, forse, per non far luce su altri **straordinari** affari ben più rilevanti del ripristino della viabilità interrotta dall'evento assai **straordinario**. Probabilmente strumentalizzato per gestire in modo **straordinario** od emergenziale il fare ordinario. Come avviene nella "Shock economy" di Naomi Klein.

Luciano Belli Laura. Nato nel 1940, si laurea in architettura allo IUAV nel 1969. Esercita la libera professione per un decennio e, per il restante periodo lavorativo, insegna Disegno e progettazione. Dal 2009 è giornalista freelance e blogger.

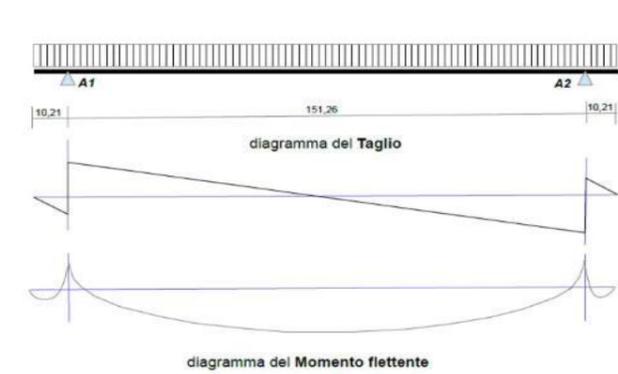
Vista zenitale della pila nove sul Viadotto Polcevera, collassata il 14 agosto 2018



Asterisco, "travi tampone"; **linea gialla**, selle Gerber d'appoggio "travi tampone" sull'impalcato, costituito da "trave a cassone" a tre campate; **freccia arancione**, traverso alla sommità delle antenne ad "A" su cui passano i tiranti o "stralli"; **A1 A2**, appoggi estremi dell'impalcato, costituiti dai tiranti o "stralli"; **B1 B2**, appoggi intermedi dell'impalcato, costituiti dalle "saette" del cavalletto ad "H"; **linea tratteggiata**, punti di rottura dell'impalcato; **B' E'**, tratto d'impalcato caduto sottosopra, dopo rotazione antioraria di 180° attorno ad asse trasversale a quello longitudinale del viadotto.



Sollecitazioni in trave a 4 appoggi: 2 estremi e 2 intermedi



Sollecitazioni in trave a 2 appoggi estremi e 0 intermedi



A sinistra, parti collassate sul Torrente Polcevera; a destra, parti collassate sui binari: tra cui, indicato dalla **freccia**, il pezzo **B' E'** d'impalcato finito sottosopra.

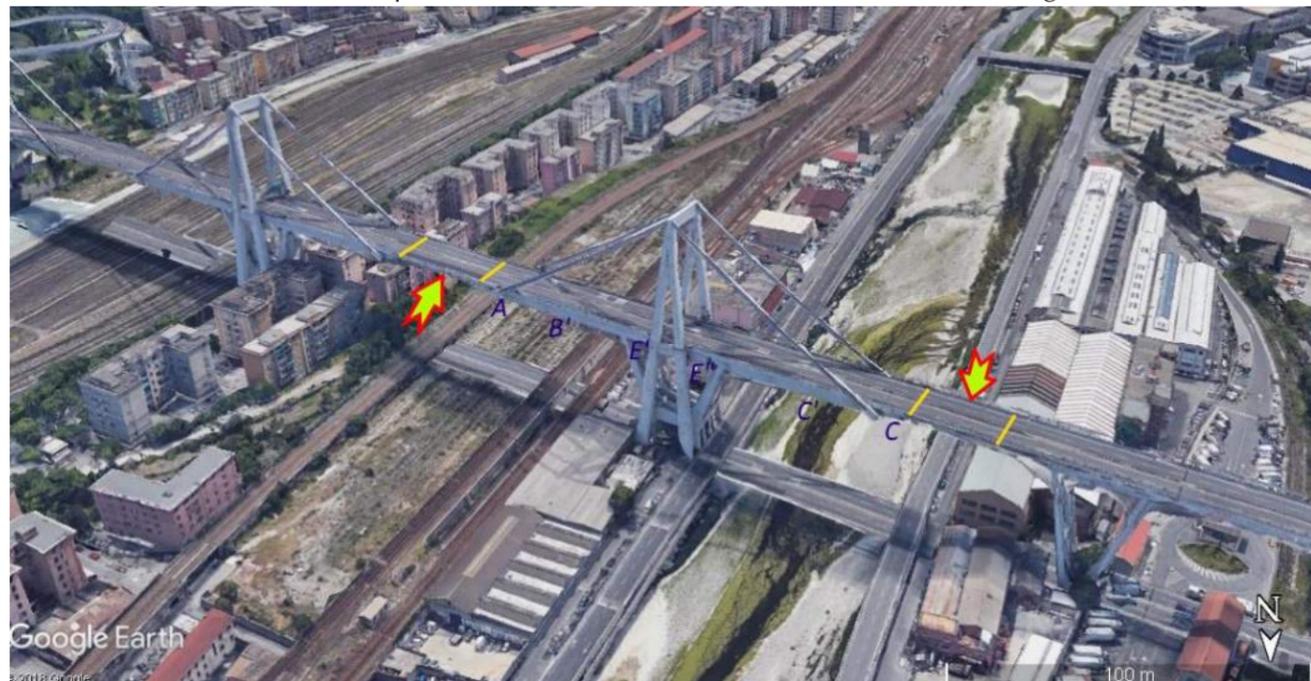


Parti collassate sui binari

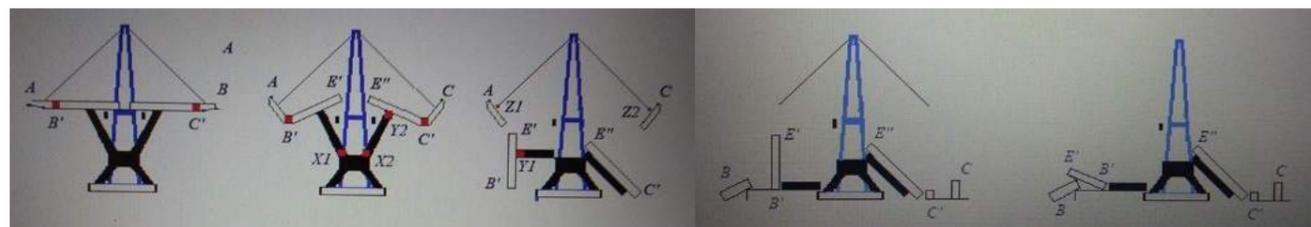


Pezzo **B' E'** d'impalcato ruotato di 180° attorno ad asse trasversale al viadotto

Vista da **nord** della pila nove sul Viadotto Polcevera, crollata il 14 agosto 2018



Con linee gialle, le "selle gerber"; con frecce rosse-gialle, le "travi tampone"; con lettere, i punti di rottura dell'impalcato



Cinematica del crollo secondo **Carmelo Russo**: illustrazione nel post del ... in "Salviamo ponte Morandi" a compendio dello studio in: <https://timoleonte.wordpress.com/2018/09/24/ponte-morandi-cinematica-di-un-crollo/>



Traslazione tratto A'-B' e rotazione di 180° del tratto B'-E'



Traslazione e parziale rotazione dei tratti E''-C' e C'-C



X: tratto B'E' ruotato di 180°; Y: punti di rottura "saette"

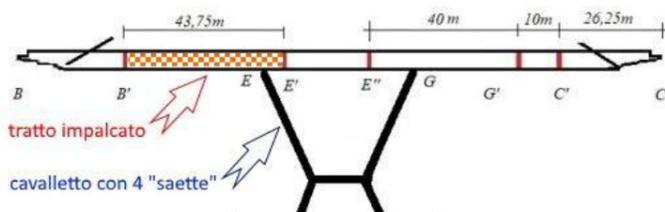
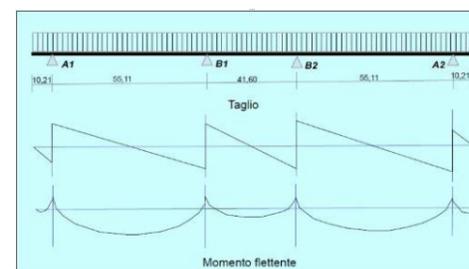


Grafico di **Carmelo Russo** con punti di rottura e tratti d'impalcato quotati; a tratteggio, il tratto B'E' ruotato di 180°. **Russo** sostiene: "In base allo studio delle macerie sul terreno, si vede che gli "stralli" hanno impresso ai tronchi vincolati dei moti indipendenti ai tronchi centrali. Questo significa che hanno trattenuto il crollo finché hanno potuto. I tratti centrali si sono comportati come leve. La leva si sa moltiplica le forze il base al braccio"

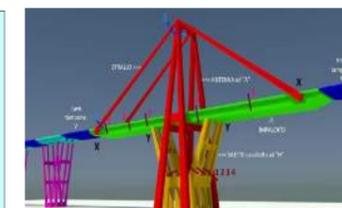
Vista da **sud** della pila nove sul Viadotto Polcevera, crollata il 14 agosto 2018



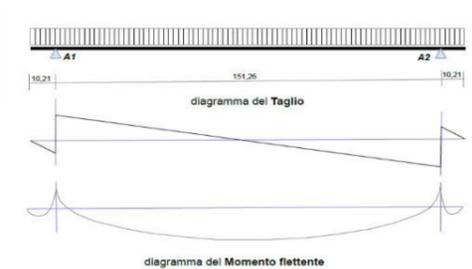
Le due "travi tampone" tra le selle gerber crollate con la pila nove e la "trave a cassone" dell'impalcato, a tre campate, sorretta sia dagli appoggi estremi (A1 e A2, costituiti dagli "stralli") sia dagli appoggi intermedi (B1 e B2, costituiti dalle "saette" del cavalletto ad "H") che cedendo potrebbero aver incrementato le sollecitazioni sull'impalcato poi crollato.



Sollecitazioni nella trave a 4 appoggi



Schema strutturale dell'impalcato: trave a 4 appoggi: di cui 2 estremi ("stralli") e 2 intermedi (cavalletto)



Sollecitazioni nella trave a 2 appoggi



Vista da sud di tutti gli elementi crollati: a sinistra, le parti cadute sul Polcevera; a destra, le parti crollate sui binari



Elementi crollati sui binari; a sinistra, la parte di trave a cassone finita sottosopra; a destra, la trave tampone



Particolari della parte di trave a cassone finita sottosopra: ossia ruotata di 180° attorno all'asse trasversale del viadotto.

14 Agosto 2018

Giovanna Nicoletta Delbuono

Ai cittadini italiani ancora non è stata resa relazione nel merito degli eventi che hanno causato il crollo del Ponte Morandi. Ai primi d'agosto 2019 il Ministro Di Maio aveva dichiarato che la relazione c'è ed è "terrificante"; a parere di chi scrive, per quel che se ne sa, non è una relazione peritale esaustiva, anzi è parziale, manca la parte più importante. Da parte di tutte le Istituzioni era ed è obbligo pubblicare, nel minor tempo possibile, lo studio scientifico e la dimostrazione della dinamica con la quale era avvenuto il crollo della struttura. Solo così è possibile pervenire alle cause e quindi alle responsabilità. Le stesse Istituzioni avrebbero avuto anche l'obbligo immediato di verificare la capacità portante della rimanente struttura con le tecnologie oggi disponibili e normalmente usate, al fine di decidere nel minor tempo possibile quale tipo di opere fosse necessario compiere nel pubblico interesse, con l'obbligo di pubblicarne i risultati al fine di permettere ai cittadini di giudicare se le decisioni prese DALLE ISTITUZIONI PREPOSTE fossero razionali, ponderate o, come è successo, l'esatto contrario. Pubblicare col dovuto rilievo tutto il materiale e la documentazione a corredo. Queste procedure che si spera siano state svolte prima della totale demolizione, non sono state pubblicate, e ciò ha generato molte e forse fondate critiche verso tutte le Istituzioni e le varie parti coinvolte. Perciò ai cittadini e al popolo italiano non può essere negato il diritto di procedere in autonomia, sulla base del materiale disponibile, che è quello che ci si dispone a fare.

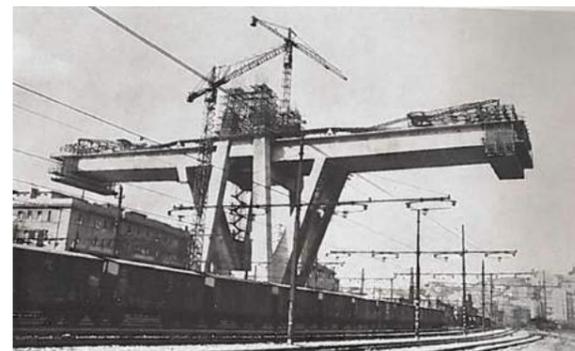


Fig. 1

Questa immagine mostra come la stabilità della maggior luce della campata fosse indipendente dai tiranti, e portata dal castelletto di base, diversamente dal ponte in Foto 2 in cui l'impalcato è portato esclusivamente dai tiranti. Una struttura completamente diversa: in Foto 2 è davvero un "ponte strallato".



Fig. 2

Infatti, il 28 giugno 2019 per demolire con l'esplosivo tutto ciò che restava del Ponte sul Polcevera le cariche non sono state posizionate in alto o sugli "stralli", ma sulla struttura bassa e portante, sui puntoni e le travi del castelletto: non sopra, ma sotto.



Fig. 3

Esplosione: prima crolla l'impalcato spezzato a metà mentre le antenne e i tiranti, ben attaccati e aperti, cadono in piedi. La sequenza sulla pila 10: prima esplodono le cariche in corrispondenza della freccia destra, distrutti i puntoni l'impalcato si spezza e cade. La freccia sinistra segnala invece che l'esplosione sta avvenendo: l'impalcato è ancora orizzontale. Non un tirante si deforma: A QUALI SOLLECITAZIONI HANNO RETTO I TANTO VITUPERATI E DEGRADATI "STRALLI" dell'Ing. Morandi! Ma osserviamo la freccia verticale: indica che il tirante non si spezza bensì vola con la piastra perché non è più vincolato e libera tutta l'energia. Ancor più solidale la pila 11 che cade sbilanciata, ma tutta intera. Questa considerazione per ora non interessa, interessa invece dire che forse è stato distrutto un Bene Pubblico ben conservato, per mero pregiudizio. Ora si consideri che non si dispone di immagini che non abbiano subito "elaborazioni" e che si possano considerare autentiche, non manipolate, ad eccezione di una: quel video di Davide di Giorgio. Ne riproponiamo il fermo immagine iniziale (disponibile in rete) in cui è stato solo aumentato il contrasto, allo scopo di vedere bene, in quell'istante, cosa stava avvenendo e cosa era già avvenuto.



Foto 4

È il primo fotogramma del video di Davide Di Giorgio. Non è stata fatta manipolazione, solo accentuato il contrasto. Le 2 antenne del cavalletto della pila 9 del Ponte Morandi sono ancora in piedi, unite all'architrave, è una vista prospettica: il "cavalletto" è verticale, c'è luce al centro e si avvertono i tiranti, ma l'impalcato è già caduto. Corrisponde ad una fase avanzata ma il cavalletto pare integro. Segue l'originale con la massima risoluzione possibile.



Fig. 5

Di seguito: un fotogramma successivo con accentuazione del contrasto.



Fig. 6

Questa immagine riprende anche un bagliore proveniente dal basso: è presente anche nell'originale. Il cavalletto sta crollando, ne resta una immagine "triangolare", è evidente che cade per prima l'antenna a monte, quella a mare è ancora verticale, le immagini ufficiali che ci hanno mostrato il 1 luglio sono

contraddette, avrebbero dovuto essere la prova regina. In controluce un tirante ancora teso. L'impalcato non esiste più, è scomparso ben prima, ciò significa anche che l'evento non si è originato a partire dalla sommità della struttura. Ecco l'originale alla massima risoluzione possibile.



Fig. 7

da sinistra: angolo fra la verticale e l'antenna a monte; spazio vuoto fra antenna e viadotto, manca la trave Gerber di circa 38 metri (diagonale blu) ma manca già anche l'impalcato che era in linea con il viadotto. Ora vediamo l'immagine UFFICIALE diffusa il primo luglio, fermo immagine sulle prime fasi accreditate:



Fig. 8

Non si percepisce dal fermo immagine, ma il tirante comincia a flettere, entra in compressione, mentre viene superato dal camion. Successiva immagine, di seguito:



Fig. 9

Questa immagine racconta che molti eventi si manifestano conseguenti al cedimento del tirante, anche la caduta dell'impalcato, a partire dalla trave Gerber: singolare che tutto l'impalcato venga coinvolto nonostante tutta la struttura portante, e indipendente, sia intatta. Singolare anche la caduta dell'impalcato verso Genova nonostante si liberi l'energia dei tiranti

opposti, tutti armati di cavi d'acciaio passanti. La crisi dell'architrave alla sommità, e della cima dell'antenna a mare, qui è a destra, assume valore determinante. Nell'immagine successiva si vedrà che il secondo a cedere sarà proprio il tirante corrispondente alla freccia blu, mentre l'asterisco segnala la strana forma a freccia coricata che dovrebbe essere la sommità dell'antenna spezzata, a cui NON erano "attaccati" i tiranti perché aveva quasi funzione di "passacavi", ma che tuttavia si vede precipitare verso ovest.



Fig. 10

Dopo 4 secondi di filmato non si capisce che cosa stia avvenendo nella parte portante, l'immagine è molto confusa (freccia orizzontale), sembra indicare la crisi dei 4 enormi puntoni est, fatto inspiegabile, dal momento che fino a pochi istanti prima avevano portato carichi e sollecitazioni molto grandi. Soprattutto la parte mediana dell'impalcato, compresa fra 4 puntoni a est e 4 a ovest e retta anche dalle travi trasverse avrebbe dovuto rimanere in sito, invece nelle immagini si mostra come l'impalcato si sia spezzato a metà. Ma una cosa è molto chiara: nell'immagine si vede cadere l'antenna a mare (asterisco), mentre nel filmato di Di Giorgio cade prima quella a monte. Come si spiega questa contraddizione nella "prova regina"?



Fig. 11

Dopo 9 secondi di filmato la struttura ha completamente ceduto. Si rivedano le immagini seguenti.



Fig. 12

Trave Gerber caduta, antenne ancora verticali. La freccia blu indica la continuità del piano mancante, si avverte nel cavalletto la probabile presenza delle travi trasverse.

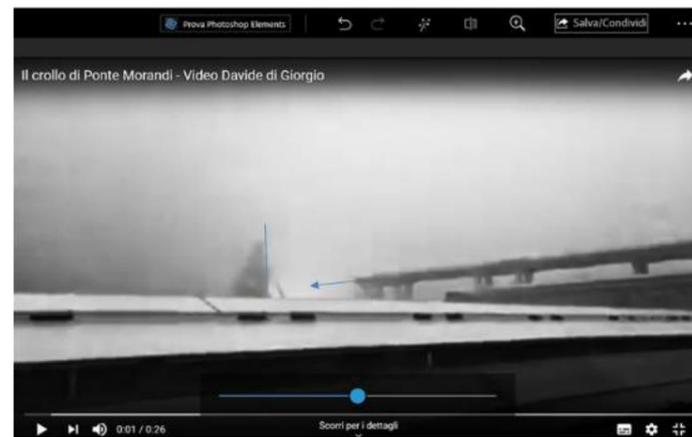


Fig. 13



Fig. 14

Immagine di poco successiva, compressa e contrastata: si vede bene l'antenna a monte crollare con il tirante infisso. Si può utilizzare lo zoom.



Fig. 15

(immagine tratta da "Cinematica di un crollo"; studio Ing. Carmelo Russo su sito "il Timoleonte" 2018)

Dalle immagini dovremmo credere che si è spezzato il tratto E'- E'': possibile, ma non per cause endogene. A questo punto ogni dubbio è lecito. C'eravamo cimentati in tanti, mesi e mesi fa, analizzando la posizione delle macerie e provando da quelle immagini certe a ricostruire la dinamica del crollo, ma a nessuno era mai venuto di pensare che il cedimento dell'intera struttura potesse essere avvenuto dall'alto per i riscontri dati dalla posizione dei reperti, e per il video Di Giorgio, e perché dal punto di vista statico non ha senso; tanto più inspiegabile appare la sorte delle due travi Gerber, mentre ha senso dire che i tavoli cadono se gli si tolgono due gambe, non perché si rompe il gancio che regge il lampadario. Così restano inevase alcune fondamentali domande: perché I PUNTONI, struttura portante principale, hanno ceduto e con modalità così diverse; perché l'impalcato si è spezzato a metà, lì sotto; perché la parte ovest è precipitata sui puntoni "sbriciolati"; perché la parte est HA SPEZZATO I PUNTONI TRASCINANDONE UNA PARTE CON SE; PERCHÉ SI È CAPOVOLTA DI 180°; PERCHÉ LA TRAVE GERBER fra la pila 9 e la 10 (semplicemente appoggiata) non è caduta perpendicolarmente ma È VOLATA ORIZZONTALMENTE SULLA FERROVIA PER 40 METRI, FINENDO SOTTO ALLA PILA 10; da cosa ha tratto l'energia necessaria? Non certo dall'interno della struttura. Le responsabilità si possono attribuire solo cercando la Verità, ma per ora questa strada non pare essere stata percorsa e ci si chiede perché. Oltretutto al problema iniziale, la vera dinamica del crollo, se ne aggiunge un altro più grave se possibile: perché dal primo momento proprio dalle Istituzioni sono arrivate dichiarazioni non comprovate come la cattiva manutenzione, come il cedimento degli stralli, di uno, di due, il calcestruzzo marcio, l'armatura corrosa, e avanti così. È stata una recita a soggetto, un canovaccio con una serie di colpevoli precostituiti, anzitutto con la denigrazione postuma dell'Ingegnere Morandi, grande Ingegnere e grande Architetto, prima che qualsiasi cosa fosse provata. E poi ci si lasciò chiedere perché è sempre stata denegata a prescindere l'ipotesi "esplosione", come se in Italia non ce ne fosse mai stata una: certamente, se non si cerca, l'esplosivo non si trova. Ma almeno cercare si poteva, si doveva, almeno per escludere l'ipotesi.

Ora il "corpus delicti" è stato rimosso senza che ai cittadini italiani sia stato consegnato quanto di dovere. Intanto gli stessi cittadini pagano, a cominciare dalla perdita totale di un Bene Pubblico, dallo sperpero del Pubblico Patrimonio, dalla rimozione e collocamento (dove?) di quante tonnellate di detriti e macerie, dallo scavo di 43 nuove fondazioni (a lato di quelle esistenti!) sulla roccia che si trova a 45 metri di profondità. Il resto a seguire. Restano le immagini a cui non si è data alcuna risposta:



Fig. 16



Fig. 17

L'antenna a monte è caduta per ultima su quanto era già caduto PRIMA, compresi i puntoni ridotti in frammenti (freccia blu).



Fig. 18

Le macerie sono cadute SOPRA l'impalcato della campata principale retta dai puntoni del castelletto: e la sequenza non può che essere: 1) cedimento dei puntoni; 2) cedimento della campata; 3) solo dopo si può depositare qualsiasi altro materiale proveniente dall'alto. La successione stratigrafica indica l'ordine temporale, come in archeologia.



Fig. 19

Sotto all'impalcato si vede il frammento di un puntone.



Fig. 20

Puntoni est troncati di netto, tondini d'acciaio tesati nella direzione del vettore.



Fig. 21

Carreggiata verso Genova ribaltata di 180°, trave Gerber non ribaltata ma fuori asse, sotto alla pila 10. In queste immagini è racchiusa gran parte della verità, ma forse l'Italia è troppo debole perché le possa essere detta; comunque è opportuno specificare la dimensione della sezione di ogni "puntone": m. 2,00 x m 1,20 e ricordare che è stata necessaria una grande fatica, un gran lavoro durato mesi e mesi per demolire il solidissimo castelletto di base della pila 9, in ottimo stato di conservazione, manufatto solidissimo, tutt'altro che fatiscente, e poi il tritolò. Tutto ciò mentre mancano di manutenzione le ex strade statali, le ferrovie, manca il raddoppio di binari su linee strategiche, mancano piattaforme di scambio intermodale; abbiamo tracciati ferroviari e relativi

ponti risalenti all'Unità d'Italia, quartieri disastrati da alluvioni perché sorti dove non dovevano, città e borghi terremotati ancora a terra. L'elenco potrebbe continuare ma non dimentichiamo che qualcuno aveva detto che in un anno il Ponte sul Polcevera sarebbe stato ricostruito: oltretutto sarebbe stato possibile se i "maiores" avessero la serietà e le capacità di quelli viventi 2000 anni fa che ricostruivano sulle fondamenta esistenti e non buttavano un'opera pubblica per rifarla a pochi metri di distanza. Ci si consenta di concludere che l'ipotesi che il crollo dell'intera struttura sia stato originato dalla perdita del carico d'acciaio, prima di essere avanzata, avrebbe dovuto e potuto essere verificata, calcolata: avrebbe avuto gli effetti che sappiamo? Nel filmato divulgato ufficialmente comunque l'ipotesi è smentita: il tirante a mare si flette, non si tende. La verità è lontana ma pare non interessare più a nessuno. •

Giovanna Nicoletta Delbuono. Architetto, ha frequentato corsi di archeologia all'Istituto di Studi Liguri diretto da Nino Lamboglia per apprendere lo scavo stratigrafico e i criteri del restauro dei monumenti. Laureata a Firenze ha proseguito collaborando con Prof. Caniggia. Professione in urbanistica, restauro edilizio e di affreschi.

Considerazioni su un crollo anomalo

Carmelo Majorana

Inizio questo articolo con la mia intervista al Mattino di Padova, a poche ore dal crollo del Ponte sul Polcevera, avvenuto nella tarda mattinata del 14 Agosto 2018.

"Sempre più al passare delle ore dal crollo di parte del Ponte Morandi a Genova mi sembra che gli indizi della crisi siano da ricercare nella struttura intelaiata (pila e piloni) lato Ovest. Il degrado del materiale appare di notevoli dimensioni. Da vari anni si parla di problemi di durabilità sui ponti in calcestruzzo armato, in relazione ai quali sono stati avviati studi sperimentali e modellistici. L'ambiente marino ha presumibilmente provocato la riduzione della sezione utile delle colonne compresse e pressoinflesse, con scomparsa, in certi tratti, del copriferro. A loro volta le parti metalliche (armature) del telaio, costruito negli anni '60 non erano di qualità paragonabile a quelle odierne e spesso insufficienti. Altro elemento che emerge dalle prime indagini è l'apparente assenza di segni premonitori, quindi di rottura fragile o dovuta a instabilità. Questo fa presumere che sia avvenuta una crisi instabile delle parti compresse delle strutture di sostegno. Il crollo per instabilità dell'equilibrio è improvviso a meno che il manufatto non sia stato monitorato per lungo tempo con apposita strumentazione, anche in grado di percepire le emissioni acustiche date da eventuali micro-fessurazioni in atto. Ha contribuito al crollo dal lato dei materiali, il degrado del calcestruzzo per attacco chimico in zona marina e della corrosione delle armature metalliche messe a nudo dopo perdita del copriferro, oltre che dalla diminuzione della capacità portante per fatica dei materiali (sia calcestruzzo che acciaio)."

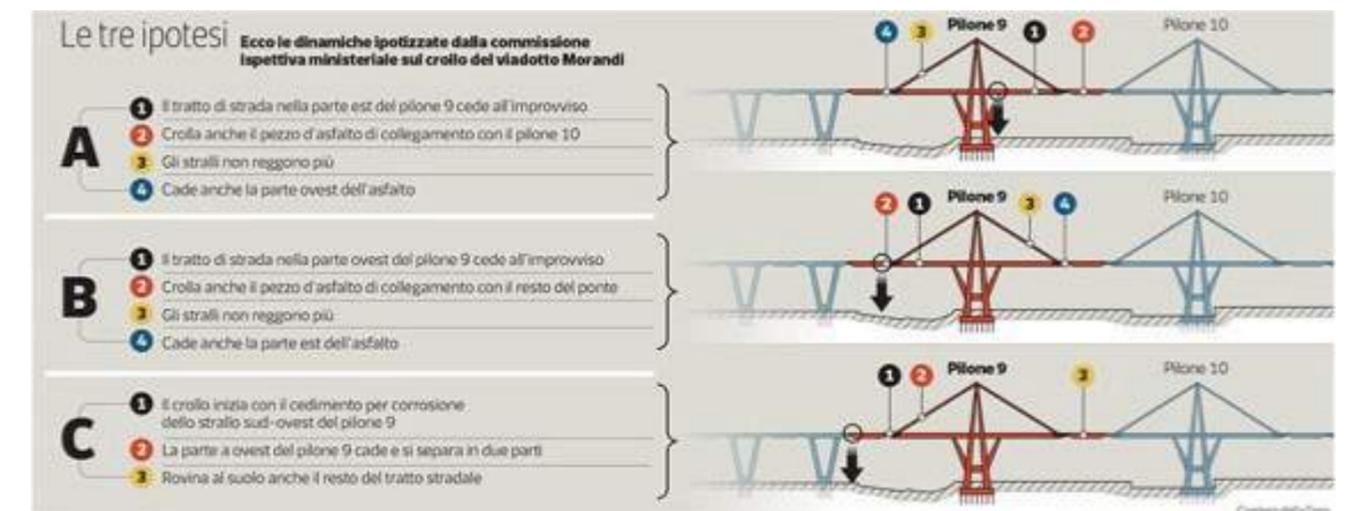
In generale possiamo dire che nella costruzione dei ponti in calcestruzzo armato normale e precompresso convergono svariati fenomeni caratteristici di questo materiale, oltre che altri specifici del caso dei ponti. I fenomeni che su scale temporali diverse sollecitano il materiale sono i seguenti: ritiro, deformazioni differite, variazioni termiche, igrometriche e termogrometriche, fatica, e in relazione ai carichi, carichi statici, dinamici, tra cui azioni sismiche e del vento, carichi ciclici dovuti alle oscillazioni delle sollecitazioni interne a causa delle stesse azioni sismiche, termiche e del vento, nonché al passaggio dei veicoli, sempre più numerosi; e poi urti, esplosioni anche conseguenti ad eventuali attentati. Il comportamento dei materiali è in esercizio elastico, ma al variare dei carichi e col degrado del materiale può entrare in campo anelastico, plastico, danneg-

giativo e loro combinazione. Le sezioni se aggredite da agenti chimici e fenomeni chimici, quali carbonatazione, attacchi di cloruri (sali) e solfati, presenti prevalentemente i primi in ambiente marino i primi e in zone industriali i secondi, contribuiscono al degrado del materiale e al decremento delle proprietà dei materiali nel tempo. Anche l'acciaio dell'armatura, messo a nudo dalla dissoluzione del copriferro per le ragioni di cui sopra, subisce un analogo degrado, fino alla completa corrosione, con diminuzione della capacità portante delle sezioni colpite dal fenomeno, e riduzione delle relative rigidzze. Di tutte queste azioni, sollecitazioni, variazioni delle proprietà, il materiale e la struttura tengono traccia in una sorta di memoria interna, data dal mutamento dell'aggregazione dei componenti il materiale alle varie scale di comportamento: macroscopico, microscopico, fino a quello molecolare. Non deve quindi stupire che un ponte mostri i segni del tempo e se non si corre ai ripari se ne pagheranno le conseguenze. In altre parole, come si provvede ad eseguire la manutenzione degli edifici per tenerli in ordine, così va fatto per le opere d'arte come i ponti. Senza manutenzione il degrado è inesorabile.

Il 25 Settembre 2018 viene depositata la relazione del MIT (Ministero Infrastrutture e Trasporti) sintetizzabile nella figura sottostante.

A queste ipotesi Autostrade replica affermando che si tratta di mere ipotesi. A parte il linguaggio giornalistico (impreciso) utilizzato nella figura in cui la crisi non è riferita alle parti strutturali come dovrebbe essere ma a "tratto di strada", "pezzo di asfalto" piuttosto che "travi" o "impalcato" come dovrebbe essere, si notano comunque tre ipotesi di sequenze: A, B, C. Ebbene, il nuovo filmato appena rilasciato dagli inquirenti fornisce un importante tassello al chiarimento e completamento delle precedenti ipotesi. Vediamo di che si tratta.

Nuovo filmato Luglio 2019
... "La posizione di Autostrade per l'Italia è sempre stata



la stessa: secondo la concessionaria all'alba del 14 agosto non c'erano elementi certi per capire che il ponte fosse a rischio crollo. E anche sullo stesso video della Ferrometal, la posizione è analoga: "Ad oggi, sulla base del video e dei parziali risultati del primo incidente probatorio non è possibile – ad opinione degli esperti di Autostrade per l'Italia - affermare che il crollo sia stato determinato dal cedimento dell'attacco degli stralli. I consulenti di Aspi continueranno a collaborare affinché le cause del crollo vengano accertate, comparando anche le risultanze dei diversi filmati messi a disposizione, che hanno diversi livelli di elaborazione delle immagini rispetto all'originale".

Infatti, non mi sembra proprio che si veda in modo inequivocabile che il crollo sia partito dalla metà dello strallo o dal suo attacco all'impalcato. Piuttosto si notano il cedimento dell'impalcato (istante 0.37 del nuovo filmato, durante il passaggio del veicolo scuro) e immediata rotazione dello stesso.

Dal nuovo filmato messo a disposizione dalla magistratura si notano nuovi elementi che mancavano in precedenza, dal momento che si dispone per la prima volta di una vista dal basso del ponte sul Polcevera. Questa mancanza di elementi aveva indotto alla massima prudenza nel giudicare la catena degli eventi, e in particolare a percepire il crollo come un evento in cui venivano coinvolti solo gli elementi soprastanti il piano stradale. Si sperava nell'esistenza di un filmato che desse ragione di ciò che era avvenuto nella parte sottostante l'impalcato ed è ciò che è appunto emerso da quest'ultimo filmato. Ad una prima lettura del filmato si nota che all'istante 0.37 avviene il cedimento instabile del lato destro dell'impalcato, immediatamente dopo esteso a tutta la larghezza dello stesso e solo all'istante successivo, 0.38, avviene la rottura dello strallo lato sud. Questo era l'elemento che mancava nei filmati disponibili fino a ieri, non avendo a disposizione una panoramica dal basso degli eventi. Il cinematismo instauratosi nell'impalcato era prima invisibile.

Ma non è tutto. Si deve premettere che quando si parla di questo argomento si è spesso colti dalla tentazione di volere affermare la propria verità sulle cause e sequenza del crollo, a discapito dell'interpretazione di altri, quando al contrario è sempre buona norma mettere continuamente in discussione le argomentazioni proposte da più parti che possono presentare elementi utili all'interpretazione dei fenomeni in gioco. Ebbene, osservando con maggiore attenzione l'ultimo filmato e cambiando la modalità di osservazione si percepisce quanto segue. Ingrandendo il filmato a tutto schermo, come osservato in precedenza, all'istante 0.36 si nota un abbassamento dell'impalcato e solo all'istante 0.37 si nota la rottura dello strallo corrispondente. Se però si tiene d'occhio quel che succede dal lato opposto dell'antenna 9, si nota che quell'abbassamento dell'impalcato avviene simultaneamente anche dal lato opposto. La crisi dell'impalcato appare quindi simmetrica rispetto al pilone centrale. Questo cambia le cose: com'è possibile che simultaneamente si rompano le sezioni di ancoraggio dello strallo lato sud sia ad un estremo che all'altro? L'instabilità, anche se di materiale, e non solo di geometria, predilige sempre le configurazioni antimedie. La probabilità che essa si manifesti simultaneamente in due sezioni distinte (e distanti) è tendenzialmente bassa.

Tutto farebbe pensare che l'innescò (unico) sia da ricercare altrove, benché nella scala del filmato non si riesca a cogliere dove ciò avvenga. Infatti si deve attendere l'istante 0.38 per osservare la rottura dello strallo lato sinistro nonché dell'antenna nella zona alta in cui si biforca. Vorrei anche aggiungere che l'instabilità dell'equilibrio (a compressione) si manifesta certamente per raggiungimento di un carico critico, ad es. euleriano, ma può anche succedere che il carico critico si abbassi per diminuzione della portanza della sezione, ovvero delle sue rigidità (assiale, flessionali, taglianti e torsionale). In qualche modo si unificano le sequenze date dalle ipotesi A e B del MIT. Però si aggiunge dal filmato un ulteriore elemento ed è il coinvolgimento nel crollo della parte sommitale dell'antenna, aspetto non considerato dal MIT.

La sequenza che mi sembra più verosimile e compatibile con le immagini, appare quindi la seguente: 1) pressochè simultaneo cedimento dell'impalcato in corrispondenza delle sezioni di ancoraggio dello strallo, a monte e a valle, in quanto viene a mancare la tenuta completa degli stralli nonché la precompressione indotta da essi nell'impalcato, che si osserva inflettersi ad arco con concavità verso il basso (questo coincide col simultaneo verificarsi delle ipotesi A1 e B1 del MIT); in questa fase lo strallo è comunque ancora attivo; 2) cedimento delle due selle Gerber per mancanza di sostegno nelle parti fisse dell'impalcato (in coincidenza col simultaneo verificarsi delle ipotesi A2 e B2 del MIT); 3) pressoflessione dell'antenna e sua crisi asimmetrica, favorita dalla sua scarsa armatura a flessione (questo elemento mancava nella figura riconducibile al MIT); si noti che perché ciò avvenga deve essere ancora attivo l'elemento strutturale che induce il tiro della sommità dell'antenna verso sinistra, come si osserva dai relativi fotogrammi; 4) rottura finale degli stralli (lato sud e quindi anche lato nord), come descritto in A3 e B3; 5) cedimento delle parti est ed ovest dell'impalcato, praticamente in simultanea. Nella sequenza ipotizzata in questo manoscritto il cedimento completo dello strallo è solo l'atto finale della distruzione del ponte, e venendo esso a mancare, si compie il destino del ponte sul Polcevera negli istanti finali del 14 Agosto 2018. Il passaggio dei due pesanti mezzi in concomitanza con il crollo fa parte della statistica dell'evento, in una situazione in cui il ponte aveva esaurito tutte le sue riserve di resistenza. L'evento conclusivo avrebbe potuto verificarsi qualche istante prima o qualche istante dopo, il che avrebbe cambiato il destino delle persone coinvolte o di quelle che le hanno precedute o che si sono salvate per una manciata di secondi. E' da tener presente che almeno due degli elementi di cui parliamo (impalcato, strallo) erano fortemente ammalorati, e che l'antenna era essenzialmente dimensionata a sforzo normale (questo si è visto anche dalle immagini dei resti dell'antenna dopo il crollo). La lezione che si è subito imparata, in analogia con quanto avvenuto nei numerosi casi di disastro di edifici a causa di eventi sismici, è che la manutenzione delle opere di ingegneria deve essere costantemente eseguita. I monitoraggi devono essere continui ed accurati. La sicurezza deve essere tenuta in grande considerazione, se si vuole evitare di mettere in pericolo la popolazione. Riccardo Morandi rimane a mio avviso un grande progettista, ma la sua delicata opera necessitava di cure che non sono state completamente prestate. In particolare l'antenna n. 9 e le parti connesse avrebbero dovuto essere oggetto di una più sollecita manutenzione, operazione che avrebbe presumibilmente prolungato la vita utile dell'opera e risparmiato le vite umane coinvolte nel tragico evento del crollo. •

Carmelo Majorana. Professore di Scienza delle Costruzioni nel settore scientifico disciplinare ICAR/08 (Scienza delle Costruzioni) presso la Scuola di Ingegneria dell'Università degli Studi di Padova e Membro dell'Accademia Galileiana delle Scienze di Padova. È coordinatore del Corso di Dottorato di Ricerca Internazionale di Ingegneria Civile, Ambientale e dell'Architettura. È autore di oltre 300 pubblicazioni su riviste e congressi internazionali.

Teorie Plausibili “Sulle cause che hanno provocato il crollo del pilone n. 9 del ponte Morandi di Genova, il 14 Agosto 2018”

Luigi Maglioli

Dalle testimonianze oculari riportate dalle diverse persone che hanno assistito al tragico evento di Genova, si ricava che alcune di queste hanno visto un fulmine abbattersi con un lampo giallo nella parte alta del pilone n.9 del ponte Morandi, quindi hanno sentito un forte tuono e di seguito hanno assistito al crollo del ponte. Altri testimoni hanno visto, da altre angolazioni, due o tre bagliori in basso, alla base del pilone (dal lato del torrente Polcevera), e di seguito hanno visto crollare le parti alte del pilone, già prive dell'impalcato della sede stradale. Analizzando queste testimonianze e i filmati del crollo, sgorga spontanea la mia teoria: è stato proprio quel fulmine la causa della rovina del ponte, precisamente proprio il fulmine osservato dai testimoni oculari. Il fulmine (fulmini) in questione è stato registrato alle ore 11:35:59 dalla rete di rilevatori di Blitzortung.org ed è localizzato esattamente sul pilone n.9. Innovativo e tecnicamente solido per l'epoca, con aspetto fragile per i profani, il ponte in quel momento da solo non poteva tuttavia crollare.

A prima vista sembrerebbe ridicolo e assurdo che un fulmine possa essere in grado di abbattere il ponte, facendolo crollare. Le potenzialità dei fulmini ad oggi non sono ancora del tutto note e la varietà degli effetti, che scaturiscono quando questi si scaricano, spazia da quelli elettromagnetici della corrente continua a quelli che riguardano emissioni su tutto lo spettro delle frequenze e delle radiazioni, con effetti fisici, acustici e termici, compreso un fenomeno esplosivo nel punto di impatto, provocato dal canale di plasma che può raggiungere una temperatura di oltre 30.000 gradi Celsius.

Ultimamente sono sempre più frequenti i fenomeni atmosferici violenti a causa dei mutamenti climatici e di conseguenza anche i fulmini risultano più numerosi e potenti. Si ricorda che non esiste un fulmine uguale all'altro, in quanto la situazione atmosferica è sempre diversa, come pure il luogo predestinato, il quale risulta sempre essere quello più in alto rispetto al territorio circostante e con maggiore conducibilità elettrica verso terra.

La tipologia strutturale del pilone del ponte Morandi in questione è molto complessa e apparentemente leggera, con quattro pilastri alti 90 metri disposti a formare una piramide (due "A" collegate in cima con trave distanziatrice), con tiranti in acciaio (stralli: fasci di cavi affogati nel cemento). Alla base sono presenti vari elementi e mensole per sostenere parte dell'impalcato della carreggiata e le fondamenta sono costituite da palificazioni fino a 45 metri (pilone n.9) di profondità.

Nel caso specifico, non essendoci parafulmini (adeguati e installati al di sopra della parte più alta dei piloni, con uno o più conduttori di discesa, isolati e distanziati dalla struttura e collegati ad efficienti dispersori a terra), tutta la corrente si è scaricata nei tondini dell'armatura dei quattro pilastri principali: in tal modo il fulmine in questione ha avuto tutte le condizioni per avere la massima potenza e distruzione (pilone con quattro elementi paralleli alto 90 metri con numerosi tondini in acciaio conduttori di corrente elettrica, fondazioni profonde 45 metri con torrente ricco d'acqua alla base, la resistenza elettrica complessiva verso terra prossima a zero).

La scarica di un fulmine che si estingue in pochi millisecondi può

sprigionare la potenza di diverse centrali elettriche, in quanto la differenza di potenziale tra la nube e il suolo può raggiungere miliardi di Volt, che nelle condizioni di scarica sopradette (resistenza elettrica molto bassa), la corrente può assumere anche milioni di Ampere.

Il fulmine, entrando in uno degli spigoli alti, dove sono ancorati gli stralli, ha generato un'esplosione, portando il metallo a fondere all'istante. L'enorme corrente scaturita dalla buona conduzione elettrica (favorita dai molteplici tondini in acciaio della struttura e dalla buona dispersione di corrente ottenuta dalle profonde fondazioni, umide a lato del torrente) ha continuato il percorso lungo i quattro pilastri, creando altre esplosioni dentro il calcestruzzo nei punti (nelle giunte dei tondini) elettricamente più deboli e compromettendo la robustezza laterale. I pilastri sono stati sottoposti a un'enorme attrazione reciproca (di circa 30 t.) distribuita per tutta la loro lunghezza, provocandone la loro spaccatura in più punti (ogni 11 metri circa nelle giunte, essendo lateralmente più deboli), tutto questo a causa delle azioni elettrodinamiche fra correnti parallele dello stesso verso, scoperte dal fisico francese A. M. Ampère (1775 – 1836).

I due o tre lampi visti a fianco del torrente (come riportato nel noto filmato registrato da un testimone), vicino alla base del pilone n.9, prima che crollassero le parti più alte ancora in piedi, ritengo siano dovuti a corrispondenti esplosioni di bolle di biogas (innescate dalle scintille di un corto circuito elettrico di qualche edificio danneggiato limitrofo, provocato dal precedente crollo dell'impalcato). Tali bolle di biogas (ricche anche di idrogeno e ossigeno) sono scaturite dalla sedimentazione di sostanze organiche del sottosuolo e fatte fuoriuscire in quel preciso momento, sempre a causa della medesima enorme corrente dispersa nel terreno in prossimità delle fondamenta del pilone n.9, ove il torrente Polcevera era ricco di acqua.

In tale luogo e momento sono confluite tutte le condizioni idonee per creare un evento catastrofico: a) condizioni atmosferiche di forte temporale con scariche di fulmini (anche ascendenti); b) torrente alla base del pilone ricco di acqua; c) configurazione con diversi elementi conduttori elettrici ferro-magnetici paralleli. Tutto questo ha favorito e incrementato le azioni elettrodinamiche che hanno spaccato la struttura.

Un'ulteriore prova di quanto descritto proviene dal blackout delle telecamere (di prima generazione) presenti nelle vicinanze del pilone (per un raggio di 300 metri), provocato dall'enorme impulso del campo elettromagnetico sprigionato dalla caduta del fulmine e irradiato dal pilone n.9, come se fosse un'enorme antenna, negli istanti prima del crollo.

La mia conclusione è quindi che il fulmine delle 11:35:59 abbia innescato la fatale sequenza di crolli e vittime. Per questo specifico tipo di ponte, tale sequenza si sarebbe potuta completamente evitare solamente grazie all'installazione di un adeguato parafulmine.

Luigi Maglioli. Ha avuto esperienze lavorative in seno alla manutenzione con studi in vari campi (meccanica, idraulica, elettrotecnica, radiotecnica) in ultimo essendo perito industriale elettronico ha svolto la funzione di responsabile delle manutenzioni presso ad una importante azienda.

APPROFONDIMENTI -



© MATTEO PLACUCCI Photography



© MATTEO PLACUCCI Photography

Il ponte è nudo La caduta del Ponte Morandi a Genova

Sergio Los

*Vorrei avvertire eventuali lettori che queste mie riflessioni e i disegni che le accompagnano sono pensieri, attivati in qualsiasi architetto dalla commozone per il disastro, pensando a una discussione sul **programma di progetto**, e non alla soluzione del problema progettuale del ponte di Genova.*

Credevo che tutti dobbiamo imparare la lezione offerta dal crollo del ponte di Genova: ha fregato tutti, innanzitutto quelli a cui ha tolto improvvisamente la vita, ma molti altri, politici, funzionari, consulenti, abitanti sotto il ponte, genovesi, et cetera e infine (ultimi non ultimi) anche quelli che avevano investito soldi su esso per fargli produrre altri soldi, cui darà molte grane. Il suo crollo annunciato ha dato il senso di colpirci a tradimento. Questo elefante industriale in un negozio di cristalli non era mai stato immaginato pensando alla sua manutenibilità, riparabilità, invecchiamento e smontaggio. Un'opera tipicamente moderna che mostra come finiranno gran parte dei prodotti di questo nostro tempo, a costituire ineliminabili costosi rifiuti.

Cosa insegna il ponte a chi deve sostituirlo? Che ogni progetto deve cominciare con un programma, e mentre il progetto può anche essere rapido e professionale, il programma dovrebbe essere pubblico e politico. E un programma serio richiede che il progetto cominci dalla fine del ciclo di vita del ponte, dalla manutenzione, riparazione e dal suo smontaggio, da come diventerà rifiuto o come potrà essere riciclato. La prospettiva appropriata del programma è il progetto di restauro dell'opera, più ancora della sua iniziale costruzione, se intendiamo farla durare.

Se potessimo, con una bacchetta magica rimetterlo in piedi, penso che non lo rifaremmo com'era, ma cercheremo evolutivamente di migliorarlo. In cosa vorremmo modificarlo per non ripeterne gli errori? Questa è la prima cosa da fare per rispondere alla giusta richiesta dei genovesi di essere aiutati a superare la crisi subita dalla propria città. Immaginiamo il ponte inserito in un processo di 'costruzione della nicchia' che caratterizza gli organismi viventi di una specie, di una cultura, per noi umani, che attraversando una continua e cumulativa evoluzione, confrontandosi coi problemi posti dal suo uso, avesse raggiunto un adattamento tale da soddisfare tutti i suoi tanti utenti.

Prima del progetto, sia pure con tutta la necessaria

rapidità del caso, occorre definire un programma, contenente i requisiti prioritari che il ponte deve soddisfare e che dovrebbero in qualche modo definire come avrebbe dovuto evolvere il ponte Morandi se avesse avuto la necessaria intelligenza e plasticità per farlo. Questo programma - che per essere politico dovrebbe essere pubblicamente discutibile - assicurerebbe la partecipazione degli utenti di tale ponte, sia quelli attivi che lo attraversano che quelli che per molti anni sono stati fatti vivere 'sotto un ponte' e che per molti altri dovranno continuare a farlo. Proviamo ora a riflettere su alcune questioni poste dalla situazione problematica che dovrebbero essere presenti nel programma.

§1 - Intanto, quello che manca, soprattutto adesso, nel periodo del suo necessario rifacimento, sarebbe un suo doppiante, da usare anche nei momenti di controllo e manutenzione del ponte, che per la sua importanza, non soltanto cittadina, dovrebbe poter continuare a operare, sia pure con prestazioni ridotte. La possibilità di avere due componenti relativamente indipendenti, normalmente funzionanti insieme, ma in caso di necessità funzionanti almeno con uno dei due, sarebbe assai importante. Questo riguarda una certa relazione tra supporti e corsie stradali da ri-pensare criticamente. (fig. n° 1)

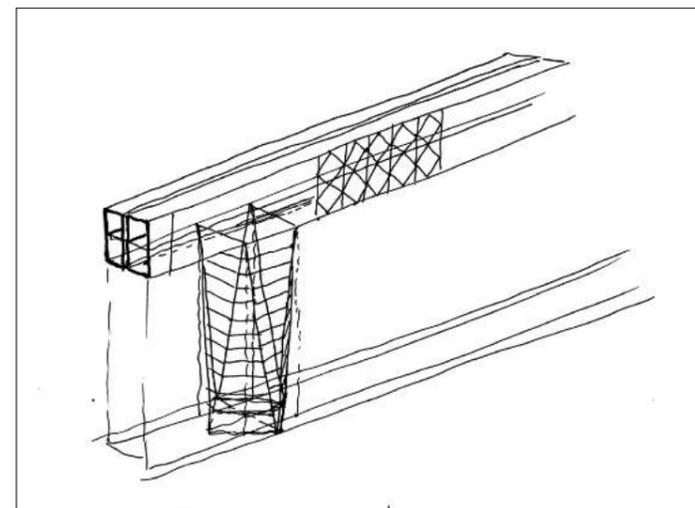


Fig. 1 - relazione tra supporti e corsie stradali

§2 - Altra cosa che mancava al ponte Morandi era la capacità di manifestare in modo chiaramente visibile, non soltanto a specialisti, il proprio stato di operabilità, il proprio allontanarsi dallo stato di servizio garantito. In qualche modo il ponte, oltre che fornire prestazioni meccaniche, dovrebbe comunicare la propria robustezza, essere una specie di sistema dotato di una capacità di auto-controllo delle proprie condizioni prestazionali, capace di informare pubblicamente sul proprio grado di sicurezza, amplificando qualche indicatore del suo stato tensionale. Il ponte Morandi

era molto poco espressivo del proprio stato, anzi, era una scatola nera, con meccanismi accuratamente nascosti tanto da ingannare anche i vari esperti che avrebbero dovuto far chiudere il ponte, non essendo certi che fosse capace di garantire quella sicurezza indispensabile al suo restare aperto. Un ponte non chiuso al traffico afferma implicitamente ai suoi utenti: 'passate, poiché sono in grado di garantire con larghi margini di sicurezza il vostro transito'. Non possiamo neanche immaginare che i tecnici incaricati dei controlli, se avessero anche lontanamente sospettato lo stato effettivo del ponte, non ne avrebbero richiesta la temporanea chiusura. Dunque, lo straordinario ponte progettato dal professor Morandi aveva tanti difetti e tra questi c'era anche quello di rendere estremamente difficile la comprensione del suo stato di affaticamento, ovvero la possibilità di prevedere - per prevenirlo - il suo drammatico crollo. Il tragico silenzio del ponte coi cavi di acciaio seppelliti e segretati nel cemento, non può essere inevitabile, dipende in qualche modo dal suo progetto. È parso una specie di bomba a orologeria che tanti cercavano di capire dove stava e quando avrebbe potuto scoppiare, ma che - pur essendo esperti e focalizzati sul problema - non sono riusciti a capire in tempo. Come se un diabolico costruttore pensasse: voglio proprio vedere se qualcuno si accorgerà del suo crollo imminente, se troveranno esperti capaci di anticiparlo. E questo è terribile, perché il ponte, più ancora che portare, doveva manifestare (e non solo agli esperti) la propria operante sicurezza, la propria robustezza, che doveva essere comunicata

in maniera aperta e direttamente riconoscibile, comprensibile a tutti i genovesi, comunicata dall'architettura o da qualche incorporato dispositivo. E questo, non solo non è accaduto a Morandi, ma non è accaduto neanche al progetto presentato con tanta lodevole rapidità però anch'esso mancante di questa sistemica capacità omeostatica. Proprio perché questa sistemica capacità omeostatica era assente nel ponte di Morandi, a maggiore ragione non dovrebbe mancare nei futuri progetti. Mille anni non dura un ponte di acciaio chiuso nella sua formale monumentalità, ma invece un 'tabià' di legno come sistema omeostatico comprendente abitanti che fanno

come mantenerlo continuamente, sostituendone parti quando necessario senza disturbare quelle sane restanti, alcune più frequentemente e altre più raramente, per sempre: come un processo e non come una cosa. Sono le persone guidate dall'architettura a farlo durare non i materiali. Agli ingegneri consultati non andava richiesto soltanto quali interventi di restauro effettuare, ma per quanto tempo il ponte poteva continuare a preservare quelle iniziali condizioni di sicurezza che - tenendo anche conto del traffico fortemente aumentato - fosse in grado di garantire l'apertura al traffico. La cosa più importante sarebbe che qualcosa, connesso e correlato allo stato tensionale delle strutture, potesse accendere un semaforo rosso per avvertire che da quel momento cessavano le garanzie sulle condizioni di sicurezza del ponte. Intendo qualcosa correlato all'anello più debole della catena che si rompe prima dell'anello, dando l'allarme. In un certo senso questo ponte ha imbrogliato gli esperti i quali avrebbero dovuto rispondere al quesito se era

ancora possibile tenerlo aperto o se era necessario chiuderlo al traffico o ridurne fortemente la utilizzabilità. §3 - Un'altra questione che come requisito mi sembra molto importante è che quel ponte, pur essendo un esercizio di bravura ingegneristica, non era in mezzo al mare, a una laguna o comunque a uno spazio completamente libero. Quando Morandi l'ha costruito non vedeva le case esistenti se non per evitarle coi suoi giganteschi cavalletti. Quel ponte non era fatto per un tessuto urbano con una vita operante di abitanti e lavoratori, ma per attraversare luoghi disabitati. Quando è stato costruito gli edifici c'erano già e il ponte doveva passare sopra le case. A parte un aumento delle condizioni di sicurezza necessarie a salvaguardare anche la vita di quelli che vivono sotto di esso, c'è anche il problema dell'enorme inquinamento acustico e chimico che il traffico comporta in un'area urbana abbastanza densamente abitata. Penso che il nuovo ponte dovrebbe avere un traffico intubato, equipaggiato con apparecchiature di aereazione per eliminare l'inquinamento provocato dal volume di traffico che attualmente lo percorre e che presuppone la necessità di evitare che il suo rumore e le sue emissioni raggiungano, ricadano, su quelli che vi abitano sotto. (fig. n° 2)

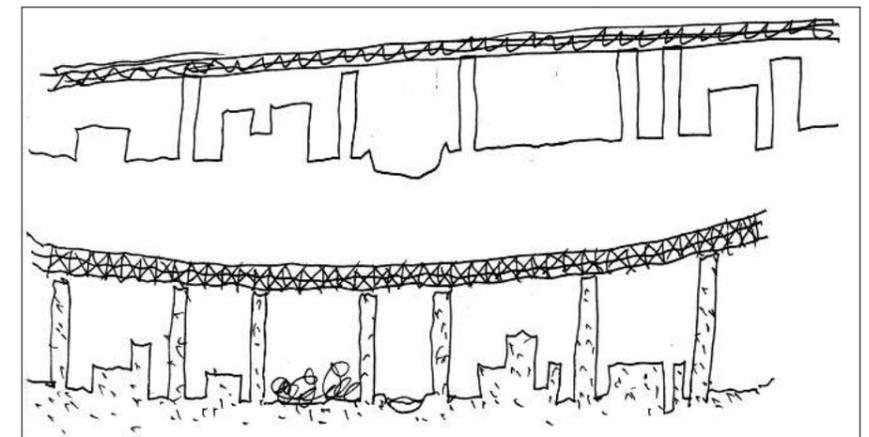


Fig. 2 - un ponte con traffico intubato e disposto su due piani, programmato per eliminare i vari inquinamenti che interessano quelli che vivono sotto il ponte.

§4 - Per sopra-passare un'area urbana, per essere un ponte urbano, vi è anche il problema dei suoi supporti, dei vari pilastri, che devono sostenere questo traffico intubato scendendo a terra in mezzo alle case. Non avendo più quella futuristica idolatria per le macchine, che trovava interessanti perfino quelle ciclopiche, invadenti, strutture di cemento armato in mezzo alle case, tali supporti, invece di essere piloni che scendono dal cielo, dovrebbero assumere l'aspetto di torri che salgono da terra, potendo in questo modo essere controventati direttamente, invece che tra pilone e pilone; alcuni di essi potrebbero anche risultare abitabili al loro interno, opportunamente costruiti e attrezzati, sia pure per attività di servizi non continuativi, avere delle caratteristiche più simili agli edifici (per far sentire a tutti di abitare un ponte e non di vivere sotto a un ponte). Tali torri/

pilastrini dovrebbero inoltre essere meno numerose possibile, avere quindi tra i pilastrini grandi luci che richiedono travi di acciaio di sezione appropriata che si presterebbero ad accogliere due piani sovrapposti di impalcato stradali. La cosa migliore sarebbe pensarlo proprio come un ponte abitato, sotto invece che sopra, bioclimatico. Anche per quanto riguarda le vibrazioni potremmo immaginarle interrotte da materiali come quelli antisismici sui quali potrebbero appoggiare le strutture delle costruzioni abitate. (fig.n° 3a, fig. n° 3b).

secoli di esercizio, mentre i moderni lo vorrebbero inventato in qualche mese dagli individui incaricati. Questa è una questione cruciale per le città e per affrontarne i relativi problemi.

§6 - Il ponte poi ha la irrazionalità tipica delle decisioni contabili, monetarie, di mercato, che purtroppo occultano le ragioni principali degli interventi immettendoli in logiche istantanee. Come investimento il ponte doveva stare nel mercato, doveva rendere, il suo sfruttamento fino al collasso fa parte di questa logica competitiva che qualche volta, spesso, miete le sue vittime. La percezione monetaria di merci come il ponte non riesce a vedere il mondo del vivente, non può andare troppo per il sottile, avere troppa pietà per le persone, si fermerebbe tutto, e si sarebbe già fermato da tempo. Un altro evento ancora più drammatico evoca infatti questa contabilità monetaria per decidere (il mitico pareggio di bilancio). Anche allora il monte Toc, che in dialetto friulano vuol dire per la sua ben nota instabilità 'monte marcio', non è stato avvertito dalla percezione monetaria che voleva tenerlo nel mercato, poi è crollato anch'esso. Il denaro fa prendere quasi sempre decisioni sbagliate, occulta invece che mostrare quello che sarebbe giusto fare nell'interesse del bene comune.

D'altro canto, neanche il ponte di Genova era completamente muto per quelli che gli stavano sotto, a quelle persone aveva già dato una serie di avvisi molto evidenti, tanto da far loro provare un sentimento di giusta e sacrosanta paura, che per molti ha avuto una purtroppo tragica conferma. •



Fig. 3 a



Fig. 3 b

Fig. 3a e Fig. 3b – A sostenere e controventare il ponte, invece dei piloni che scendono dal cielo, torri che salgono da terra, alcune anche abitabili al loro interno, per far sentire a tutti di abitare un ponte e non di vivere sotto un ponte.

§5 – Pure col proposito di non rallentare la ricostruzione del ponte, esso non potrebbe non tenere conto della riqualificazione - almeno nelle sue linee generali - del sottostante tessuto urbano e non tanto per predefinire i progetti quasi costruttivi di eventuali interventi, ma nel senso di R. Sennet, come di una 'Genova aperta' e predisposta. Non immagino infatti direttamente i volumi edilizi con le loro strade, ma la trama dell'architettura civica che non c'è, e che dovrebbe invece esservi per accogliere una infrastruttura di tali dimensioni: una tipizzazione degli elementi compositivi per far condividere i vari progetti e rendere coerente il tessuto che dovrebbe essere pensato. Come una specie di 'linguaggio regionale bioclimatico' che nella nostra tradizione civica si formava in

Sergio Los. Architetto e Professore di Composizione Architettonica (1967/2000) allo IUAV di Venezia, collaborando con Carlo Scarpa ha compreso che l'architettura dovrebbe riprendere il suo paradigma linguistico nell'ambito di comunità simboliche, interrotto dalla modernità per ridurla a discipline internazionali estetiche e ingegneristiche. Le sue esperienze, accademiche e professionali, hanno sviluppato questa posizione, generando un'architettura civica multi-scala, regionale e bioclimatica. www.synergiaprogetti.com

Il Ponte Morandi La struttura che lo sostituisce ed i ponti strallati

Cesare Prevedini

Il Commissario Bucci, ha deciso il ponte Morandi fosse demolito e sostituito con un ponte continuo "disegnato" dall'arch. Renzo Piano. Si tratta di un ponte continuo in struttura mista acciaio-calcestruzzo, posato su 18 pile. La luce è di 50 metri, tranne le tre campate centrali, che devono attraversare il Polcevera e l'area ferroviaria, che hanno campate da 100 metri. L'altezza dell'impalcato è costante.

Piano ha dichiarato questa soluzione "bellissima" e quindi possiamo pensare che Bucci l'abbia scelta per questo motivo, visto che è di gran lunga la più cara. Bucci ha anche dichiarato "di aver scartato le soluzioni strallate, perché aveva immaginato "l'idiosincrasia dei genovesi per questa soluzione".

Non vorrei entrare nella discussione, già affrontata, se il ponte di Morandi fosse una soluzione strallata.

Io dico di no, ma soprattutto vorrei ricordare che nei primi anni '60 l'ingegneria stava scoprendo il precompresso e la progettazione delle strutture andava di pari passo con la messa a punto delle tecnologie. Certo Riccardo Morandi volle progettare un ponte di grande luce, e realizzò dei grandi sbalzi sostenuti da un tirante post-teso, ancorato ad una antenna "a cavalletto", con una campata di collegamento appoggiata su delle gerber, come si usava allora. Nel ponte di Morandi la tecnologia era sommaria, ma non poteva che essere così.

Lo schema del Polcevera ha avuto delle applicazioni successive, tutte progettate da Morandi, con variazioni migliorative nei dettagli, soprattutto nel tirante.

Cito il ponte di Maracaibo in Venezuela e il Wadi Kuf in Libia. Questi sono ponti che hanno subito grandi operazioni di manutenzione e sono oggi operativi.

I Ponti Strallati

In realtà la soluzione di Riccardo Morandi non ha aperto ai ponti strallati. Non è qui il caso di raccontare gli esempi storici, dovuti all'ingegnosità di carpentieri ingegnosi, ma mentre i ponti sospesi hanno grande storia, i ponti strallati hanno avuto scarsa applicazione e al massimo sono stati utilizzati stralli in aiuto ai cavi dei ponti sospesi. Il motivo è che, prima di avere a disposizione gli acciai utilizzati per la precompressione, non esistevano sistemi disponibili ed affidabili per realizzare gli stralli.

In Italia abbiamo avuto l'inventore dei ponti a grande luce: l'Ing. Fabrizio De Miranda progettò il ponte sull'Indiano a Firenze, ancor oggi elegantissimo. Si tratta di un'opera realizzata tra il '72 e '78, cioè dieci anni dopo il Polcevera di Morandi e negli anni successivi progettò il Ponte di Rande in Spagna e il Zarate-Brazo Largo, sul fiume Paraná in Argentina. Questi ponti sono già ponti che superano luci importanti, dai 400 ai oltre i 500 m. De Miranda progettò per primo questi ponti ideando un sistema di calcolo, che attribuendo un momento di inerzia allo strallo, permetteva il calcolo di queste opere con uno schema telaio. Oggi i calcolatori rendono un gioco di programmatori le iperstatiche, ma quella di De Miranda fu all'epoca una grande innovazione. Ma in realtà, quello che ha permesso lo sviluppo di questa

tecnologia, è stata un'altra invenzione, operata dagli ingegneri che si occupavano o di post-tensione, mettendo a punto meccanismi atti a permettere l'utilizzo dell'acciaio armonico per realizzare gli stralli. Il primo di questi è stato il sistema HiAm a fili, impiegato da Fabrizio De Miranda nel ponte dell'Indiano e successivamente sono stati messi a punto sistemi a trefoli, con cui è stato realizzato il ponte di Rande. Naturalmente i sistemi si sono raffinati ed evoluti ed io stesso ho dedicato parte della mia vita professionale allo sviluppo di questi sistemi.

Contemporaneamente alla tecnologia, la vera rivoluzione degli anni '80 e successivi, è stata concettuale: il ponte non viene più pensato come un'opera, ma come una vera e propria "macchina", una macchina moderna, dove la componentistica viene sviluppata da progettisti paralleli, anche perché la complessità di queste strutture, unita spessissimo alla loro complessa logistica, perché queste opere sono quasi sempre concepite per attraversare grandi fiumi, specchi d'acqua, grandi vallate, aree urbanizzate, rende necessario l'utilizzo degli stralli anche come strumenti costruttivi.

Questa nuova realtà ha coinvolto la ricerca, i grandi laboratori universitari ed è stata discussa in Congressi dedicati. Gli ingegneri quindi hanno trovato il modo di verificare tutti gli aspetti di questa macchina, definendo in tal modo i criteri di utilizzo, le regole di montaggio, le prove di accettazione necessarie, i limiti dell'utilizzo dei materiali e dei dettagli fino a determinare la normativa e le specifiche tecniche necessarie per rendere questa macchina sicura.

Il ponte strallato "macchina" è quindi in grado di soddisfare la domanda della moderna ingegneria strutturale, cioè ridondanza, robustezza e durabilità. Contemporaneamente sono salvi anche i valori dell'estetica e della competitività, perché è indubbio che un ponte con meno pile è meno impattante sul territorio e che la possibilità di operare con sistemi costruttivi autoportanti riduce i tempi e riduce i costi di costruzione.

In cosa consiste questa "macchina strallo"? Gli stralli moderni, gli "stralli dei ponti macchine" sono in grado di sopportare i fenomeni di fatica, sono regolabili sia in fase costruttiva, sia in opera, sono protetti da guaine dotate di corrugazioni esterne che drenano l'acqua piovana in eccesso, al fine di evitare la formazione di forme esterne che moltiplicano l'effetto del vento. Questi stralli sono ammortizzati, al fine al fine ridurre le vibrazioni e rendere impossibili i fenomeni di risonanza. Sono costruiti in modo da potere essere sostituibili. Sono protetti da almeno quattro barriere anticorrosive. Sono monitorati con cellette di carico che ne misurano le caratteristiche

prestazionali. Possono essere dotati, come nei ponti ferroviari (per esempio il ponte dell'AV sul Po) di sistemi che isolano elettricamente l'armatura. Questa "macchina strallo" e questo è un fattore estremamente importante, si realizza utilizzando un prodotto industriale, fabbricato dalle trafileries sulle specifiche dei produttori di stralli: il trefolo da 15.7 mm, galvanizzato e cerato e protetto da un film di polietilene ad alta densità. Questo prodotto viene fornito in bobine direttamente in cantiere, dove le imprese specializzate, formano e montano lo strallo, in funzione del numero dei trefoli, che possono variare da 4 a 180, cioè da una resistenza in esercizio da 320 a oltre 14.000 KN. Non c'è dubbio che pure questi limiti sono superabili.

Conclusioni

La disponibilità della tecnologia è quindi un enorme grado di libertà e questo ha permesso una grande diffusione dei ponti strallati, che sono passati da pochi esempi a migliaia di opere in soli trent'anni.

In Italia i ponti strallati realizzati negli anni duemila sono circa una settantina, tra cui opere iconiche come il ponte dell'AV sul Po, sopra il quale, viaggiano migliaia di persone al giorno. I ponti realizzati sono indifferentemente in calcestruzzo strutturale o acciaio ed io non ho mai ascoltato una discussione sulla durabilità che privilegiasse un materiale rispetto all'altro. Il ponte strallato più lungo è oggi ancora quello di Vladivostok, Siberia, con una campata che supera i 1100m, completato nel 2012. Quello in Europa con campata maggiore è ancora il ponte di Normandia con 860 metri, completato nel 1995. In Francia è stato realizzato il viadotto di Millau, un viadotto con sei campate centrali di 342 metri e due laterali di 204. Il viadotto è stato costruito varando a spinta le campate a oltre 300 metri di altezza.

L'Italia fino a pochi anni fa era stata in grado di appaltare il più grande ponte del Mondo: il ponte sospeso di 3300 metri sullo stretto di Messina. Forse abbiamo scordato che questo ponte era ormai un appalto in esecuzione, vinto da Eurolink, Consorzio italo-spagnolo-giapponese?

L'ingegneria italiana che conosco io è questa. Nel progetto in corso allora, con Cowi e altri progettisti italiani, la mia società stava studiando i pendini, che andando dagli oltre 350 metri di quelli laterali a poco più di 2 metri di quelli centrali, non solo sarebbero stati veri e propri stralli, ma degli stalli estremamente deformabili, per cui era stato messo a punto un ancoraggio con nodo sferico.

È stato quindi quasi straziante sentire dire che il Morandi a Genova non poteva essere sostituito con un ponte strallato e sentire Piano esaltare un ponte continuo da 50 metri di luce con esagerazioni e commenti sulla sua durata veramente fuori dalla realtà. Ricordo anche che Mario De Miranda, incaricato da Spea, aveva progettato nel 2002 una variante più a Nord del ponte di Morandi, perché Spea stava studiando una soluzione che permettesse di avere una careggiata normale anche nelle gallerie. Quel ponte era un ponte strallato elegantissimo, con due anten-

ne.

Gli ingegneri italiani sono stati umiliati da questa scelta, grave su tutti i valori, quello del metodo, perché operata senza gara, quello della qualità veramente molto modesta dell'opera, quello della trasparenza, perché anche il prezzo dell'appalto è al di là di ogni logica di mercato. •

Cesare Prevedini. Ingegnere, laureato al Politecnico di Milano nel 1966 in Ingegneria Civile. Dal 1966 al 1971 lavora come progettista di strutture con l'Ing. Amedeo Gervaso, uno dei più qualificati dell'epoca, dove si specializza nel cemento armato precompresso, partecipando alla progettazione di ponti e grandi opere. Nel 1971 viene assunto come direttore generale di Tensacciai. Nel 1975 acquisisce Tensacciai, diventandone Presidente ed Amministratore Delegato. Dagli anni '90 il gruppo sviluppa una forte innovazione e sviluppa nuove tecnologie soprattutto negli stralli da ponte, realizzando molti importanti opere in Italia e nel mondo. Tra i più significativi l'Erasmus bridge di Rotterdam, il ponte dell'Alta Velocità sul Po, il ponte Octavio Frias de Oliveira a San Paolo, il ponte Juscelino Kubitschek sul lago Paranoá a Brasilia e il Signature bridge a New Delhi.

È stato per oltre dieci anni membro del Direttivo dell'Agì - Associazione geotecnica italiana. È membro da decenni della Commissione Materials and System dell'Fib (C5), è membro del Direttivo dell'AICAP - Associazione Italiana del Cemento Armato e Precompresso, di cui attualmente ricopre la carica di Vicepresidente.

Sulla efficacia del monitoraggio del comportamento dinamico dei ponti

Settimo Martinello

Introduzione

In seguito ai recenti eventi che hanno portato al collasso di alcuni ponti, si è presa in considerazione l'idea di progettare un monitoraggio strumentale che produca un allarme automatico atto a prevenire effetti catastrofici.

Da parte di alcuni Enti gestori, è stata avanzata la proposta di impiegare la caratterizzazione dinamica sperimentale, solitamente impiegata nell'ambito diagnostico, come strumento di monitoraggio. La proposta prevede di effettuare delle misure correlabili con le condizioni statiche, attraverso il monitoraggio del comportamento dinamico del ponte sotto il profilo delle frequenze proprie e delle forme modali. La logica è quella di porre sulle strutture, tipicamente sulle travi principali, una rete di sensori che misurino le accelerazioni e che, collegati con un sistema di acquisizione in remoto, restituiscano in tempo reale dei valori rappresentativi del comportamento dell'opera. Si vorrebbe che nel software, che effettua l'analisi e l'elaborazione dei dati, fossero implementati metodi automatici, in grado di eseguire l'identificazione dinamica delle proprietà della struttura e di valutarne il cambiamento nel tempo. Una volta identificate le caratteristiche modali dell'opera, si vorrebbe procedere al monitoraggio dei dati in tempo reale per confrontarli con le condizioni di riferimento e, qualora ci fossero degli spostamenti significativi, procedere ad una specifica verifica ispettiva.

La presente memoria vuole analizzare e discutere l'efficacia di tale proposta, attraverso la valutazione numerica delle variazioni dei parametri modali come conseguenza dell'avanzamento di potenziali fenomeni di degrado.

A questo scopo, prenderemo in esame il controllo del comportamento di due casi semplici, valutando la variabilità delle loro caratteristiche dinamiche: un singolo tirante, elemento strutturale fondamentale per la statica di un ponte, e un ponte con struttura a travi in calcestruzzo armato.

Studio di un tirante

Il tirante è costituito da una serie di cavi in acciaio armonico protetti da un rivestimento in calcestruzzo. Il tirante, a partire dalla metà della sua lunghezza, si divide in due parti che vanno ad ancorarsi su una trave trasversale di sostegno dell'impalcato. Le guaine in calcestruzzo sono poste in compressione attraverso cavi d'acciaio.

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei materiali sono così identificate:

Lunghezza tirante L	84,7 m
Altezza sezione h	122 cm
Larghezza sezione b	98 cm
Area cavi A_{cavi}	587 cm ²
Area calcestruzzo A_{cs}	11.369 cm ²
Peso unitario P_t	296 N/cm
Momento di Inerzia J	14.829.425 cm ⁴
Modulo elastico E	38.000 N/mm ²
Precompressione S	2.000 kN

Fig. 1 Tiranti



Elaborando questi parametri attraverso un modello agli elementi finiti si ottengono le forme modali riportate a seguito.

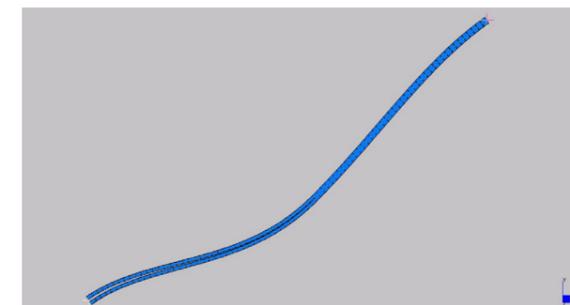


Fig. 2 -I Modo - f1 = 0,47 Hz

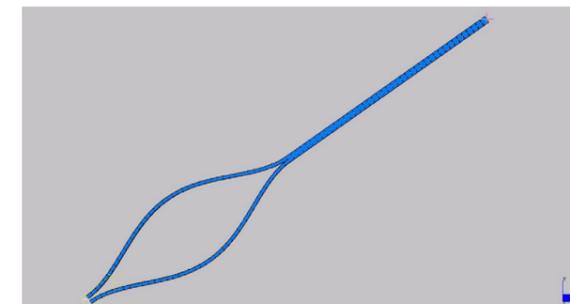


Fig. 3 -II Modo - f2 = 1,36 Hz

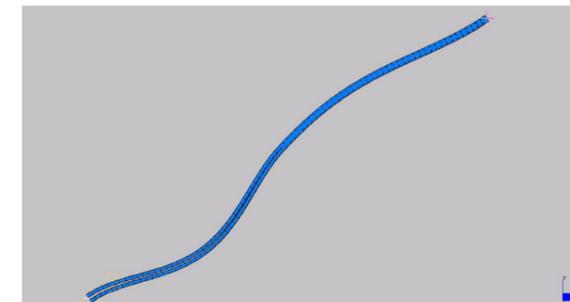


Fig. 4 -III Modo - f3 = 1,38 Hz

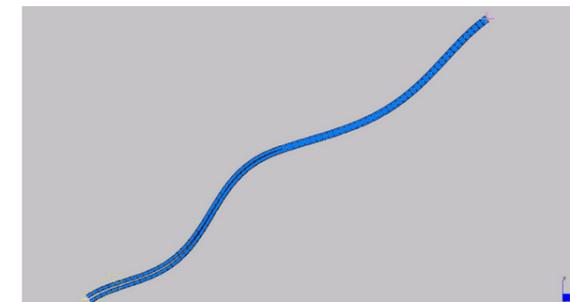


Fig. 5 -IV Modo - f4 = 2,46 Hz

Se ora ipotizziamo che la precompressione si riduca del 50%, $S = 1000 \text{ kN}$, le frequenze libere cambiano come riportato nella successiva tabella.

Modo	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_3 (Hz)
$S = 2.000 \text{ kN}$	0,47	1,36	1,38	2,46
$S = 1.000 \text{ kN}$	0,45	1,33	1,35	2,43

La piccola variazione del valore delle frequenze, dovuta all'ipotesi di dimezzamento dello stato pre-tensionale dei cavi, è comprensibile osservando la formula che permette di calcolare le frequenze libere per le travi a sezione costante [1]:

$$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{g \frac{S + K^2 n^2 \pi^2 EJ / L^2}{P_i}}$$

dove n rappresenta la numerazione delle frequenze modali e K la costante di vincolo che nel caso dell'incastro è pari a:

Modi	I	II	III	IV
K	2,27	1,56	1,36	1,26

Se infatti sostuiamo, sotto la radice, i valori geometrici e meccanici del tirante in oggetto, osserviamo che la seconda parte è 20 volte più grande di S (tiro di precompressione), ad indicare il suo piccolissimo contributo sul formarsi delle frequenze.

Studio di un impalcato in calcestruzzo

Prendiamo in esame un impalcato classico, costituito da una struttura a travi in calcestruzzo normalmente armato.

L'impalcato ha le seguenti caratteristiche:

Impalcato	travi c.a.p.
Luce campata	21,0 m
Larghezza impalcato	8,7 m
Larghezza carreggiata	6,4 m
Numero Travi	17
Nr. corsie	2



Fig. 6 -Esempio di impalcato in calcestruzzo

Elaborando questi parametri attraverso un modello agli elementi finiti si ottengono le frequenze e forme modali riportate a seguito.

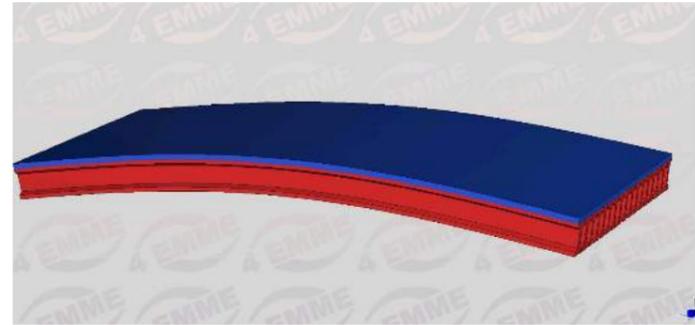


Fig. 7 -I Modo - $f_1 = 5,72 \text{ Hz}$



Fig. 8 -II Modo - $f_2 = 6,43 \text{ Hz}$



Fig. 9 -III Modo - $f_3 = 21,48 \text{ Hz}$



Fig. 10 -IV Modo - $f_4 = 21,68 \text{ Hz}$

Immaginiamo una condizione di grave dissesto che metta a repentaglio la sicurezza dell'opera. Si ipotizza una fessurazione posta nella mezzera di tre travi di bordo e che raggiunga il 50% dell'intera sezione.

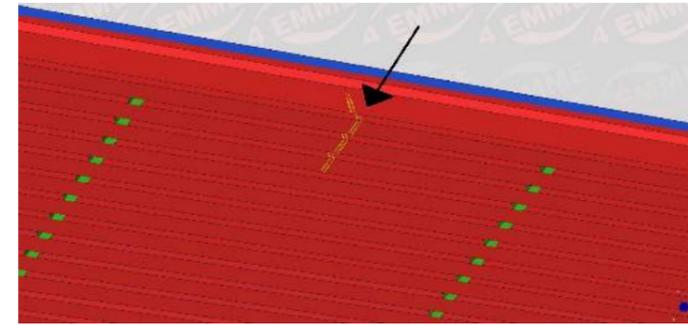


Fig. 11 -Configurazione con tre travi fessurate per una altezza pari al 50% della sezione

Le frequenze libere cambiano come riportato nella successiva tabella.

Modo	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_3 (Hz)
Struttura integra	5,72	6,43	21,48	21,68
3 travi fessurate	5,69	6,40	21,44	21,64

Per meglio comprendere la portata di queste variazioni di frequenza, proviamo a calcolare le frequenze nel caso in cui sul ponte transiti un autocarro da 320 kN considerando solo l'effetto statico della massa e non quello dinamico del transito.

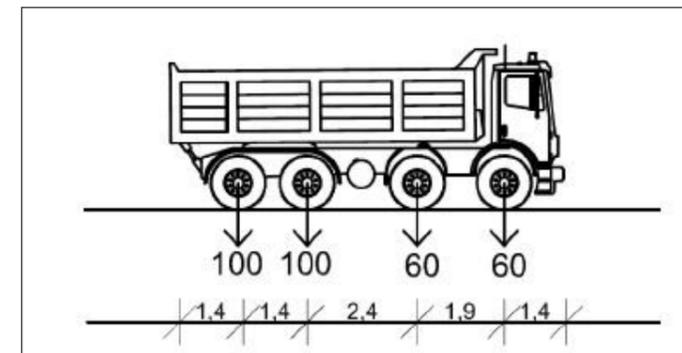


Fig. 12 -Autocarro previsto dal Codice della Strada

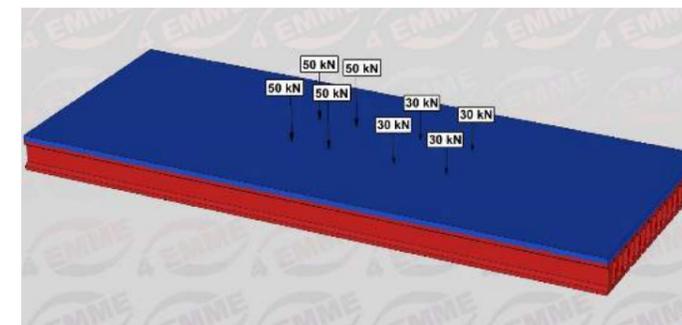


Fig. 13 -Applicazione delle masse sul modello

Le frequenze cambiano come riportato nella successiva tabella, dalla quale si evince che la variazione di frequenza dovuta ad un mezzo in transito è maggiore di quella legata ad un danneggiamento grave, ancorché parziale.

Modo	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_3 (Hz)
Struttura pura	5,72	6,43	21,48	21,68
Struttura + autocarro	5,25	6,31	20,94	21,12

Considerazioni tecniche e discussione

Va innanzitutto evidenziato che, per quanto riguarda i ponti in calcestruzzo, i principali fenomeni di degrado che possono potenzialmente determinare una riduzione della capacità portante, in ordine di importanza sono [2]:

- la corrosione delle armature con riduzione della sezione resistente e riduzione dell'aderenza ferro-calcestruzzo;
- la riduzione dello stato tensionale dei cavi di pre o post compressione;
- l'abbassamento di una pila in conseguenza alla perdita di portanza dei pali di sottofondazione.

Di seguito si riportano delle immagini significative relative alla corrosione delle armature in un caso ed al cedimento di una pila nell'altro.



Fig. 14 -Esempio di riduzione della capacità portante dovuta alla corrosione delle armature

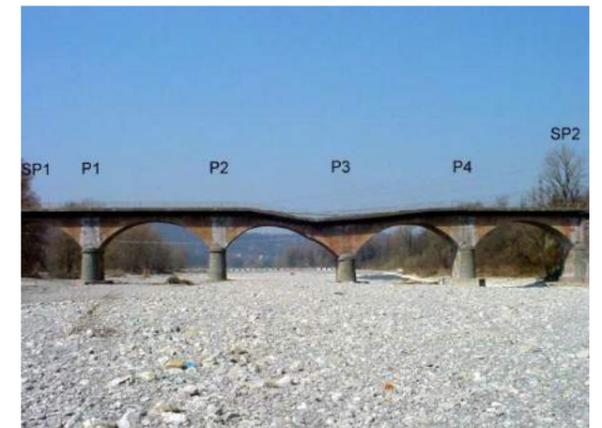


Fig. 15 -Esempio di riduzione della capacità portante dovuta al cedimento di una pila

Se analizziamo i risultati dei calcoli effettuati sui modelli presentati, ci accorgiamo che le variazioni delle frequenze libere sono irrilevanti, anche a fronte di fenomeni di degrado molto evidenti.

Prendiamo il caso del tirante.

La frequenza del I modo, a struttura integra, è pari a 0,47 Hz. Abbiamo visto che ipotizzando una riduzione dello stato tensionale dei cavi di precompressione, addirittura del 50%, la frequenza varia solo di 0,02 Hz.

Inoltre, dobbiamo considerare la difficoltà del misurare e interpretare questa variazione di frequenza. È necessario infatti depurare il dato della misura dovuta alla corrosione dei cavi e alla diminuzione dell'aderenza, da quella dovuta al passaggio del traffico. Infatti, eventuali strumenti accelerometrici posizionati sul tirante, misurerebbero, oltre alle vibrazioni del tirante stesso, anche le vibrazioni dei due punti di vincolo sull'impalcato e sulla punta della torre. Punti che col semplice passaggio del traffico si muovono uno in senso verticale e l'altro in senso orizzontale. Si può quindi comprendere che depurare le accelerazioni dei sensori posti sui tiranti dagli effetti del vincolo è un'impresa ardua, per non dire impossibile, considerando che la discriminante è pari a 0,02 Hz.

Prendiamo ora il caso dell'impalcato in calcestruzzo a struttura a travi.

È altrettanto emblematico, in quanto la riduzione significativa della capacità portante di 3 travi produce una riduzione della frequenza del I modo di soli 0,03 Hz. Valore che è difficile distinguere dal semplice passaggio di un autocarro che provoca una differenza, sulla prima forma modale, di ben 0,47 Hz.

Conclusioni e suggerimenti

Partendo dal presupposto che la caratterizzazione dinamica sperimentale sia efficace per la calibrazione dei modelli numerici e pertanto non sia messo in discussione il suo valore dal punto di vista diagnostico, in questo articolo si è discussa la sua efficacia quale sistema di controllo delle condizioni di "sicurezza" dell'opera o di "allarme" di una situazione di degrado da considerarsi preoccupante.

In conclusione, attraverso le elaborazioni riportate, si è dimostrato scientificamente che i parametri dinamici non possano rappresentare una valida indicazione dello stato di degrado.

Questo fatto non deve però scoraggiarci. Ci sono altri parametri, per altro più semplici da rilevare, che possono fornirci un sistema di controllo nel tempo.

Questi parametri sono quelli deformativi.

Cosa succede ad una trave la cui armatura, per effetto della corrosione, vede ridurre il suo contributo di resistenza a trazione? Succede che progressivamente aumenta la deformazione della zona tesa di calcestruzzo all'estradosso, progressivamente alla riduzione di aderenza.

Questa osservazione ci induce a monitorare le deformazioni di intradosso nelle sezioni più significative a mezzo di estensimetri, strumenti più semplici e di cui ne esistono varie tipologie in funzione delle richieste prestazionali di precisione e di durabilità.

Misurare la deformazione relativa, ad esempio in mezzeria di una trave, è estremamente più semplice che misurare una vibrazione. Tale dato, inoltre, non deve essere interpretato né tantomeno confrontato con dei parametri di riferimento. L'incremento della deformazione relativa è direttamente correlato con l'incremento dello stato tensionale, più semplice da interpretare, in quanto rappresentata da una curva nel dominio dei tempi, ed ha il vantaggio di manifestarsi fin dai primi sintomi del degrado, seguendolo fedelmente nel suo inesorabile procedere.

Infine, se per le accelerazioni, ipotizzando uno scansionamento di almeno 100 Hz (100 dati al secondo), dobbiamo accumulare 360.000 dati per ora, per la deformazione relativa è più che sufficiente 1 dato all'ora.

Di seguito si riporta un esempio di rappresentazione grafica del monitoraggio estensimetrico di un ponte a travi precomprese. Il sensore è posto nella mezzeria all'intradosso della trave di bordo. Il segnale è rilevato da un acquirente wireless a batteria, durata 1 anno, memorizzando 1 valore ogni ora con soglia di allarme posta a +2 MPa.

La lettura dell'andamento dello stato tensionale è semplice e mostra, nel corso dei 17 anni di monitoraggio, un leggero incremento del valore relativo rispetto allo "zero" imposto all'inizio del monitoraggio.

Si può concludere, che il monitoraggio delle opere d'arte è utile e possibile, purché i parametri di controllo siano facilmente interpretabili e non legati ad elaborazioni matematiche difficilmente comprensibili.

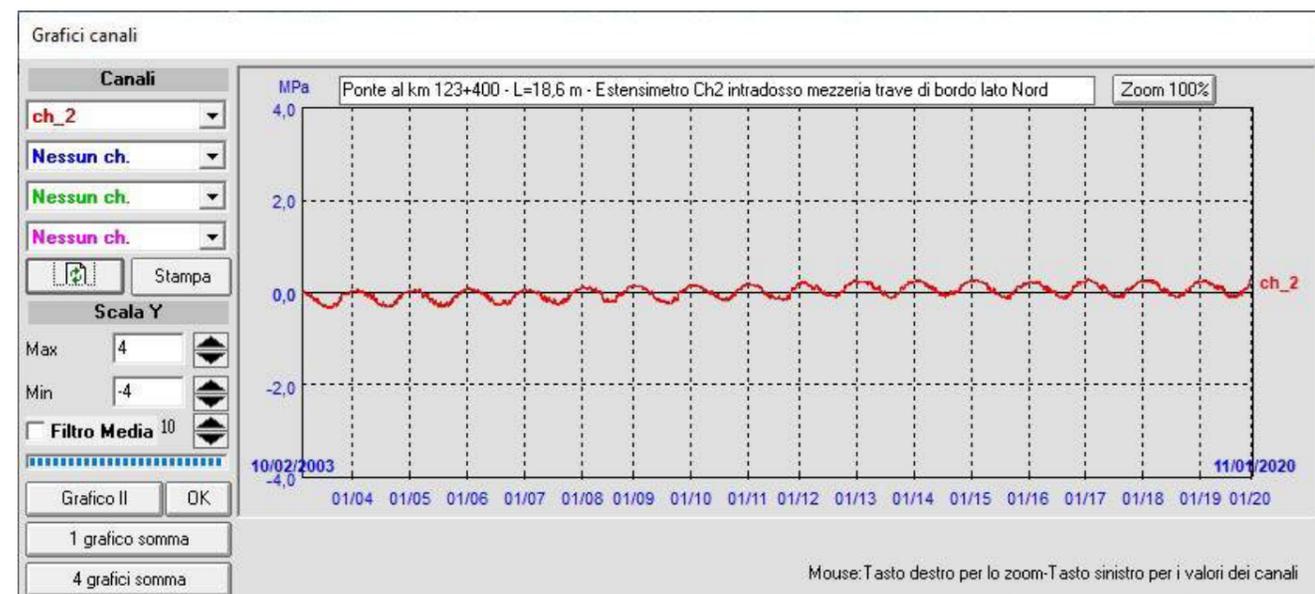


Fig. 16 Esempio di rappresentazione grafica del monitoraggio estensimetrico di un ponte a travi precomprese

Si ribadisce infine l'importanza dell'Ispezione visiva. Infatti, qualunque fenomeno di degrado mostra le sue evidenze ben prima che il fenomeno incida irreparabilmente sulla capacità portante. È quindi questa la principale strada da seguire, impiegando metodologie ispettive che rappresentino una "misura" dello stato di degrado attraverso una procedura oggettiva che non consenta interpretazioni arbitrarie [3].

Gli strumenti tecnologici di monitoraggio rappresentano un utilissimo ausilio, ma non possono sostituirsi all'opera di sorveglianza che è principalmente fatta, in campo, dall'uomo. •

Bibliografia

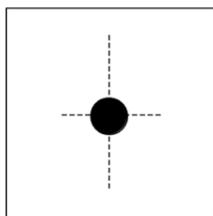
- [1] Thomson W.T. *Vibrazioni meccaniche – teoria ed applicazioni* J. Wiley & Sons 1989
- [2] *Manuale per la valutazione dello stato dei ponti* – Edizione Cias 2018
- [3] *Criteri di priorità e programma di manutenzioni autostradali* – Linee Guida del Ministero delle Infrastrutture e del Trasporto, 15.10.2019

Settimo Martinello. Ingegnere, è Direttore Generale della 4 EMME Service Spa, azienda che svolge, attraverso una rete di sedi distribuite su tutto il territorio nazionale, un servizio di indagini diagnostiche su strutture edilizie, è Direttore del Laboratorio ufficiale Prove Materiali di Bolzano, è Presidente del CIAS Centro Internazionale di Aggiornamento Sperimentale-Scientifico. Si occupa principalmente di verifiche sismiche degli edifici, indagini sperimentali su ponti e viadotti, valutazione numerica dello stato di degrado dei ponti. Ha scritto diversi volumi sui suoi ambiti di specializzazione ed è docente in numerosi Corsi di Aggiornamento professionale per Ingegneri.

Comportamento dei tiranti in calcestruzzo precompresso nelle strutture strallate

Antonio La Tegola

Gli stralli in c.a.p. hanno una notevole influenza sul comportamento cinematico globale delle strutture poiché incidono notevolmente sulle deformazioni e riducono inoltre le sollecitazioni nelle membrature iperstatiche a cui sono collegati. Un semplice esempio numero mette in luce il comportamento.



Tirante 20x20 con 1 cavo da M5/4

Per un tirante $A_c = 20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$ e con area netta $A_{cn} = 400 - 11.9 = 388.1 \text{ cm}^2$ per una tensione di $\sigma_c \leq 100 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$ viene utilizzato un cavo M5/4 della sezione $A_{sc} = 3.716 \text{ cm}^2$.

Lo sforzo in esercizio del cavo è 36000 daN e induce nel calcestruzzo una tensione di compressione di

$$\sigma_{cp} = \frac{36000}{388} = 97.78 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

La sezione di calcestruzzo risulta resistente a sollecitazioni di trazione sino all'annullamento delle tensioni di compressione.

In tale campo la sezione resistente è quella omogeneizzata e assumendo il rapporto tra i moduli elastici dell'acciaio e del calcestruzzo compresso

$$n = \frac{M_s}{M_c} = \frac{2100000}{300000} = 7$$

la sezione resistente omogeneizzata vale

$$A_{ci} = 388 + 7 \times 3.72 = 414 \text{ cm}^2$$

Per annullare la tensione di compressione generata dalla precompressione di 36000 daN occorre applicare uno sforzo dato da:

$$N = 414 \times 97.78 = 40480 \text{ daN}$$

Tale sforzo fornisce

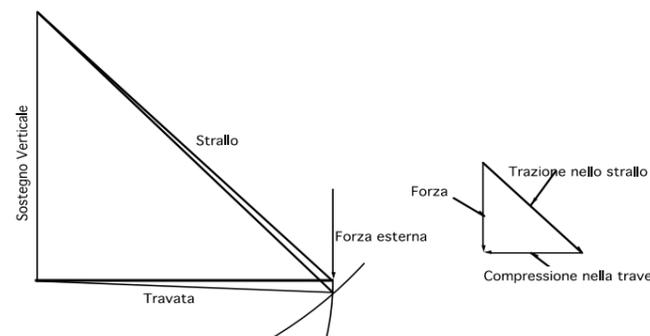
$$\sigma_c = \frac{40480}{414} = 97.78 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_s = 7 \times 97.78 = 684.46 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

Lo sforzo finale a cui è sottoposto il cavo è $36000 + 3.716 \times 684.46 = 38543 \text{ daN}$

Lo sforzo nel cavo aumenta dello 0.7 %.

Inoltre è da esaminare il comportamento dello strallo sotto carico sino all'annullamento della tensione di compressione.



Per l'annullamento della compressione nello strallo in c.a.p. è necessario applicare una forza esterna, cui comporta un suo allungamento δ .

Se si indica con α l'angolo formato tra la travata e lo strallo la forza esterna induce:

$$\text{sforzo di trazione nel tirante } T = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$\text{e uno sforzo di compressione nella travata } P = \frac{F}{\cos \alpha}$$

Per cui, assegnato T si ha: $F = T \sin \alpha$

e uno spostamento ortogonale alla travata $w = \delta \sin \alpha$.

L'allungamento dello strallo è fornito dalla relazione:

$$\delta = \frac{L}{E A_{ic}} T$$

essendo L la lunghezza dello strallo, E_c il modulo elastico del calcestruzzo e A_{ic} la sezione omogeneizzata.

Per uno strallo di 15 m l'allungamento dello strallo è dato da:

$$\delta = \frac{\sigma_c L}{E_c} = \frac{97.78}{300000} 1500 = 0.49 \text{ cm}$$

Qualora lo strallo fosse stato realizzato solo in acciaio senza precompressione l'allungamento risulta:

$$\delta = \frac{36000}{3.716} \times \frac{1500}{2100000} = 6.92 \text{ cm}$$

L'esempio pone in evidenza la migliore risposta dello strallo sotto l'aspetto deformativo poiché svolge anche la funzione protettiva della armatura.

La sezione, nel campo di normale utilizzazione, risulta sempre compressa evitando la microfessurazione.

Pertanto anche in strutture a schemi isostatici sono da preferire per aumentare la durabilità delle armature. •

Antonio La Tegola. È stato Ordinario di Scienza e Tecnica delle Costruzioni presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università del Salento, ed è Professore Onorario della Facoltà di Ingegneria della "Universidad Católica de Santiago de Guayaquil" (Ecuador) ove è stato insignito con medaglia d'oro per meriti scientifici. È stato Componente nel Consiglio Nazionale delle Ricerche presso la Commissione per le Costruzioni in Cemento Armato, Cemento Armato Precompresso e Strutture Metalliche, e membro esperto in Commissioni Norme del Ministero dei LL.PP., curando in particolare documenti su nuovi materiali e tecniche innovative. Ha insegnato presso l'Università di Napoli (Facoltà di Ingegneria), l'Università di Palermo (Facoltà di Architettura), l'Università di Catania (Facoltà di Ingegneria), l'Università della Calabria (Facoltà di Ingegneria). Membro di comitati scientifici di congressi internazionali, è socio di numerose Associazioni Scientifiche Internazionali. È autore di oltre 200 lavori, pubblicati su Riviste Nazionali ed Internazionali.

Il Ponte sul Polcevera: riflessioni un anno dopo

Mario de Miranda

La scelta di Riccardo Morandi di realizzare ponti strallati interamente in calcestruzzo precompresso fu certamente audace e innovativa, come coraggiosi e moderni furono molti suoi progetti.

Fu anche una scelta coerente con il solido sviluppo della cultura del cemento armato in Italia e dell'avvento, pieno di speranze, impegno e ingegno in quegli anni 60 del precompresso.

Difficile realizzazione di quel ponte fu anche testimonianza della qualità delle Imprese di Costruzione Italiane, all'avanguardia in quegli anni.

Per questi motivi il Ponte sul Polcevera aveva una forte valenza storica e simbolica e l'idea di conservarlo aveva la sua ragione di essere.

Tuttavia le sue condizioni erano sensibilmente degradate, come mostra il rapporto del MIT del Settembre 2018, ed in parte misconosciute, come testimonia il mancato riconoscimento, malgrado i diversi monitoraggi in corso, della gravità del degrado che ne ha causato il collasso.

I copriferrati erano quelli che si usavano in quegli anni, e che oggi sarebbero considerati insufficienti, soprattutto per l'atmosfera marina.

I carichi di oggi, per intensità e frequenza, sono ben maggiori di quelli per il quale era stato progettato.

A mio parere, quindi, la scelta da fare era ricostruirlo, bene e rapidamente.

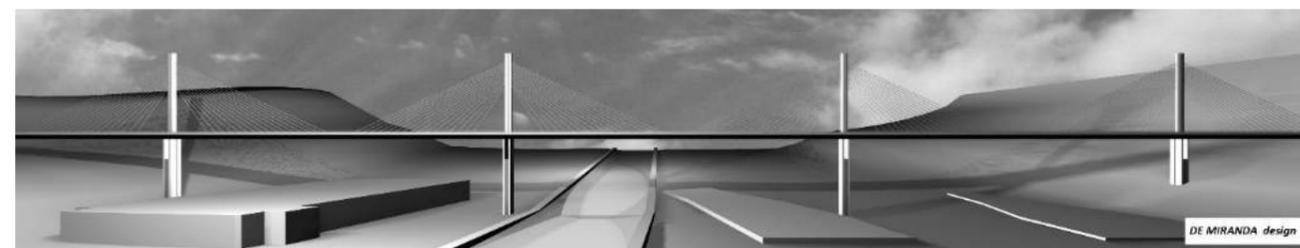
Con quale soluzione?

Avrei proposto un nuovo ponte strallato con poche grandi luci da costruire poco a monte del vecchio ponte, riprendendo l'idea già sviluppata nel 2004. Si sarebbe consentito di iniziare subito la costruzione del nuovo ponte, con pochi fronti di lavoro, lasciando tempo e spazio per i doverosi accertamenti sul vecchio ponte. E poter effettuare indagini e verifiche, con i tempi necessari e senza l'urgenza derivata dalla imminente demolizione, sulla parte ancora esistente avrebbe potuto dare un importante contributo di conoscenza in tema di corrosione reale, efficacia e limiti dei metodi di monitoraggio.

Le grandi luci avrebbero riproposto la corretta impostazione originaria: la minima interferenza con l'area fortemente urbanizzata.

Le grandi luci sarebbero state ottenute con la soluzione tecnica più corretta, efficace e trasparente: il ponte strallato.

Naturalmente, declinata in chiave moderna, con layout multi-strallato, restituendo a questa figura tecnica la sua immagine di struttura di elevata efficienza e qualità formale.



Tuttavia, nei giorni immediatamente successivi al crollo, l'emotività ha prevalso.

Gli Amministratori hanno dichiarato che non avrebbero realizzato un ponte strallato.

Non condividendo, ma rispettando tali decisioni e sentimenti, abbiamo quindi deciso di non presentare la soluzione sopra descritta, confidando comunque nella rapida costruzione di un nuovo ponte, indispensabile alla comunità genovese, e prendendo atto delle dichiarazioni del Commissario Straordinario a Dicembre 2018 che ne garantivano la consegna per la fine del 2019.

Un ponte di 1200m di lunghezza può essere realizzato in un anno. Per esperienza diretta, avendo progettato e guidato la costruzione di un ponte di 2 km completato in 18 mesi in Amazzonia, ossia in condizioni ambientali e logistiche più difficili di quelle di Genova e con campate maggiori, posso affermare che è possibile, seppure difficile; richiede naturalmente forti convergenze di esperienza e organizzazione.

Attendiamo quindi la consegna del nuovo ponte e confidiamo, nell'interesse di Genova, che i tempi promessi non si allungino in maniera eccessiva oltre quelli prospettati.

E tuttavia sul nuovo ponte, ed in particolare sul suo progetto e sui suoi costi, qualche commento penso sia necessario.

Alla fine quello che verrà realizzato sembra sia un semplice viadotto con numerose piccole campate da 50m, con al centro una sui 100m che scavalca il Polcevera, e con altezza d'impalcato dell'ordine dei 5m. Purtroppo a chi si occupa di ponti non appare certo una soluzione ottimale.

La molteplicità delle pile, data dalle piccole luci, crea certamente un importante impatto visivo, il cosiddetto effetto "barriera" che si cerca nel progetto dei ponti di evitare.

L'altezza dell'impalcato, pari a ben cinque metri in quanto è stata commisurata alla luce della campata principale e mantenuto invariato su tutto il viadotto, è quanto meno inusuale.

Un rapporto di 1:10 tra altezza e luce d'impalcato non va nella direzione né della leggerezza e della trasparenza, né in quella dell'economia.

Infine, per quanto riguarda l'economia, non si possono nascondere alcune serie perplessità sui costi prospettati, dell'ordine di 200 milioni di Euro per il nuovo ponte.

Nell'ingegneria dei ponti esistono parametri standard che definiscono i costi unitari, ossia i costi finali per unità di superficie d'impalcato.

Dipendono principalmente dalla tipologia strutturale e dalla luce media, e derivano da ampie statistiche di ponti analizzati. Per una tipologia a travata, una luce media sui 50m con una campata da 100, in Italia si ha un "costo standard" dell'ordine di 2000 €/m², che possiamo ragionevolmente incrementare del 30÷40%, per il carattere di urgenza che l'operazione ha certamente, e per i vincoli operativi dati dalle attività di demolizione del vecchio ponte. Considerando che la superficie dell'impalcato del nuovo ponte è di circa 30000m² si ottengono valori differenti da quelli prospettati.

Un recente ponte della stessa lunghezza e con luci analoghe costruito recentemente su nostro progetto in Iraq, e quindi in condizioni certo non più semplici di quella di Genova, è costato circa 75E6€.

Esisteranno certamente delle ragioni che giustifichino questo divario e ci aspettiamo che possano essere presto spiegate.

Sulle ragioni del crollo

A distanza di un anno sono emersi e sono stati raccolti numerosi elementi che sembrano suffragare l'ipotesi del cedimento di una sezione dello strallo in vicinanza o adiacenza alla testa dell'antenna.

D'altra parte l'area superiore dello stallo e la zona della sella sono zone molto sollecitate: lo strallo, in virtù della sua rigidità flessionale, è soggetto a momenti flettenti oltre che ad azioni assiali indotti dal traffico e dal vento; la zona è molto esposta a vento e pioggia, il calcestruzzo superficiale è fortemente sollecitato e tende a deteriorarsi e a permettere l'entrata di acqua e ioni cloro e quindi viene favorita la corrosione dei trefoli; nella sella i trefoli sono soggetti ad uno strato di sforzo complesso e impegnativo: azione assiale indotta dal tiro principale; dalle flessioni locali; le azioni trasversali di compressione causate dalla curvatura dei trefoli sulla sella, che viene amplificata dalla sovrapposizione dei trefoli stessi i quali sono li disposti in strati paralleli e adiacenti. Questo induce forti aumenti dello stato tensionale.

Peraltro a posteriori in fase di perizie una sensibile corrosione pare sia stata riscontrata in quelle aree; come era stata riscontrata nel 1992 su un altro strallo, accelerata forse dalla presenza di nidi di ghiaia. Poi abbiamo la fatica dell'acciaio quindi quell'area era certamente molto sollecitata ed allo stesso tempo molto esposta e per tali ragioni da tenere sotto stretto controllo ed è plausibile un cedimento in tale zona.

Si parla sempre, naturalmente, di ipotesi in attesa di determinazioni definitive, e non si vuole qui entrare nella ricerca delle responsabilità, compito di altri soggetti.

Ma una considerazione è doveroso farla.

Da diversi riscontri, prima e dopo il crollo, si è rilevata la presenza in numerosi elementi strutturali di un forte stato di corrosione e degrado, infatti erano in atto interventi di adeguamento e recupero ed altri erano stati programmati. Purtroppo non si è arrivati in tempo ...

Erano anche in corso programmi di ispezione e monitoraggio che purtroppo si sono dimostrati inadeguati:

il controllo dinamico, se pur pare abbia riscontrato anomalie, non è stato in grado di valorizzarle. Ossia le anomalie non sono state valutate di entità o caratteristiche tali da richiedere provvedimenti urgenti.

Il controllo riflettometrico ha altresì fornito risultati che, a sentire le prime dichiarazioni di Settembre 2018, mostravano anch'essi anomalie e degrado, ma in misura limitata, e quindi parevano rassicuranti ai soggetti che li hanno ricevuti. Ma erano certamente risultati da valutare tenendo conto dell'elevato grado di aleatorietà del metodo e quindi con forte prudenza.

La buona fede e la competenza di tutti coloro che hanno avuto in mano dati da analizzare e decisioni- difficili- da prendere sono a mio parere fuori discussione. Ma qualcosa non ha funzionato, e dobbiamo probabilmente andare ad approfondire e modificare temi quali i criteri di indagine e di valutazione realistica dei risultati, la catena delle decisioni, le risorse disponibili, le definizioni delle responsabilità.

Alcune conclusioni ...

La vicenda del ponte sul Polcevera è ancora in divenire. Malgrado tutti desideriamo che si risolva rapidamente nell'interesse della collettività genovese, e sappiamo che il lavoro è difficile, ancora da completare, non si possono negare o tacere alcune perplessità, e chiedere risposte e chiarimenti, anche ricordando che la drammaticità e la tragicità dell'evento iniziale pretendono trasparenza.

Ad ogni modo la vicenda ha certamente trasmesso alla comunità degli ingegneri alcuni avvertimenti e sollecitazioni.

Ha messo in primo piano, anche agli occhi di pubblica opinione e di amministratori, la necessità della manutenzione e del controllo dei ponti esistenti.

Ha evidenziato che tali attività devono essere sistematiche, attente, responsabili, e non burocratiche.

Ha anche messo in luce limiti e insufficienze dei metodi di monitoraggio oggi adottati, imponendoci una seria riflessione su condizioni e limitazioni della loro efficacia e applicabilità, e sui reali gradi di affidabilità nelle diverse tipologie ed elementi strutturali. Una riflessione su tutti questi temi è stata effettivamente avviata nei mesi in cui la tensione e l'emozione per l'evento erano alte. Tuttavia dobbiamo continuare a svilupparla, completarla e diffonderla. •



Mario de Miranda. Ingegnere e progettista di ponti e strutture. Partner dello Studio de Miranda Associati ha progettato e realizzato viadotti e ponti ad arco, sospesi e strallati anche di grande luce in Europa, Asia, Africa e America Latina. Già professore con incarico di eccellenza all'Università IUAV di Venezia, membro di Commissioni del CSLP, è autore di brevetti su metodi costruttivi e di numerose pubblicazioni nel campo dell'ingegneria strutturale e della progettazione di ponti.

Alcune considerazioni su Riccardo Morandi geniale progettista e straordinario divulgatore

Michele Contaldo

Ad oltre un anno e mezzo dalla mattina del 14 agosto 2018 alcune considerazioni sul crollo del ponte Morandi a Genova possono essere svolte con l'obiettivo di trarre utili insegnamenti atti a scongiurare in futuro il verificarsi di analoghi eventi. Non possono tuttavia lasciarsi inosservati, a mio avviso, questi due fatti: gli attacchi mediatici per denigrare la figura di Morandi quale progettista di innovative strutture ed il silenzio, che è eufemistico definire assordante, di parte del mondo accademico, quasi si voglia affidare al solito alla Magistratura il supplente compito di individuare le cause del crollo.

Alla mente è riaffiorato il sostanziale differente atteggiamento in occasione del simile clamoroso collasso del Tacoma Bridge. In quell'occasione, dopo le inevitabili iniziali polemiche, gli studiosi approfondirono l'analisi delle interazioni aerodinamiche tra vento e struttura pervenendo a risultati che hanno consentito di incrementare notevolmente la luce della campata principale dei ponti sospesi.

La tipologia delle strutture sospese non venne criminalizzata ma se ne indagò il comportamento in presenza del vento che per le strutture di grande luce rappresenta l'azione più insidiosa.

Il disastro divenne l'occasione per un impulso notevole negli studi sull'aerodinamica dei ponti, dando inizio ad "un nuovo approccio alla progettazione dei grandi ponti nella quale la ricerca teorica, le prove in galleria del vento e le misure "full scale" operano in piena simbiosi"¹.

Nel caso del crollo del Polcevera tante voci si sono levate per demonizzare lo strallo.

E se non fosse lo strallo la causa del crollo?

In attesa della risposta ufficiale che non arriverà dal mondo della ricerca, accademica o degli esperti del settore, ma ancora una volta dalle aule giudiziarie, ho personalmente svolto qualche riflessione sullo schema strutturale che Morandi mise a punto per la tipologia di ponti cui appartiene il Polcevera.

Lo schema strutturale di questi ponti è un'invenzione di Morandi e nel Polcevera forse raggiunse anche l'espressione architettonica che rese quest'ultimo un'icona dell'ingegneria strutturale italiana.

Così esso è descritto da Morandi ²:

"[...]

a) Il viadotto principale

- Il sistema bilanciato per le luci maggiori. Detto sistema è costituito da una travata continua a tre luci su quattro appoggi, con due sbalzi terminali alle cui estremità sono appoggiate le travi da 36.00 m di cui sopra.

I due appoggi più esterni dei quattro vincoli della travata sono costituiti dai terminali di due tiranti in acciaio pretesi

1 Mario Como – 7.4 Stabilità aerodinamica dei ponti di grande luce. In Vol II E. Giangreco INGEGNERIA DELLE STRUTTURE

2 R. Morandi – Il viadotto sul Polcevera per l'autostrada Genova – Savona - Industria Italiana del Cemento n. 12 1967

che passano al disopra di un'antenna, disposta in corrispondenza dell'asse del sistema, dell'altezza di 90,00 m da terra e di circa 45,00 m sul piano viabile del ponte.

Ciascun sistema bilanciato è costituito da:

1. Una zattera di fondazione nervata in calcestruzzo armato poggiante su una palificata fondale di pali trivellati ϕ 150cm.
2. Uno speciale cavalletto in calcestruzzo armato costituito da quattro elementi ad H affiancati, collegati tra loro da traversi. Gli estremi superiori del cavalletto costituiscono appoggi elastici per la travata di impalcato.
3. Una "antenna" a quattro elementi obliqui con opportuni collegamenti in entrambi i sensi (longitudinale e trasversale, dove costituisce un vero e proprio telaio), ma tali da mantenere indipendente l'antenna dal sistema dal sistema cavalletto-travata.
4. Una travata continua, in calcestruzzo precompresso, del tipo cellulare con soletta estradossale, una intradossale e 6 nervature, poggiante sul cavalletto di cui al punto 2.

In corrispondenza del nodo di attacco dei tiranti di sospensione la travata presenta un robusto traverso anch'esso in calcestruzzo armato precompresso agli estremi del quale, da ambo i lati del ponte, risultano assicurati due fasci di cavi che costituiscono i tiranti e scavalcano l'antenna a quota 90,00 m da terra.

Intorno ai cavi sono state successivamente gettate le guaine di calcestruzzo la cui funzione sarà di seguito illustrata.

[...]"

Il ponte così concepito è definito da Morandi "ponte strallato omogeneo in cemento armato" ed è accuratamente descritto nella sua genesi concettuale e nel suo comportamento statico in una nota contenuta nel n 10 del 1980 della rivista L'INDUSTRIA ITALIANA DEL CEMENTO, fascicolo speciale dedicato al "PROGRESSO DEL CEMENTO ARMATO IN ITALIA" II°. Da tale nota vale la pena riportare l'inizio:

"Ventitré anni fa, nella primavera del 1957, sotto l'assillo di dover inventare una inusitata applicazione del calcestruzzo, cioè un ponte con grandissime luci (almeno per allora), per cui non era conveniente ricorrere a strutture spingenti e non era conveniente nemmeno usare strutture metalliche data l'eccezionale aggressività dell'atmosfera, è nata l'idea della struttura strallata omogeneizzata in calcestruzzo."

La prima applicazione fu la progettazione del ponte sulla laguna di Maracaibo in Venezuela.

Ritornando al Polcevera l'impalcato è sostanzialmente una trave continua su quattro appoggi di cui quelli

terminali sono costituiti dagli stralli.

La funzione ed il comportamento statico di questi sono diffusamente descritti da Morandi nella citata nota del 1980.

Una trave continua può andare in crisi sia se cede uno degli appoggi ma anche se si annulla la resistenza a flessione su uno degli appoggi interni.

Nel caso del Polcevera la resistenza flessionale sugli appoggi interni, quelli immediatamente successivi alle sezioni di attacco degli stralli, era affidata alla precompressione.

Ora se i cavi di precompressione posti all'estradosso della travata a cassone dell'impalcato in corrispondenza dell'appoggio sul cavalletto fossero stati danneggiati, ad esempio perché corrosi a seguito di infiltrazioni provenienti dal piano stradale, ed improvvisamente avessero ceduto il conseguente annullarsi della resistenza flessionale nella sezione di appoggio sul cavalletto avrebbe avuto come conseguenza un contraccolpo sullo strallo nella sezione di attacco alla travata stessa con l'inevitabile amplificazione dinamica degli effetti sull'intero "sistema bilanciato".

L'annullarsi del momento flettente sull'appoggio interno sul cavalletto per improvviso annullarsi della resistenza flessionale equivale ad un'azione diretta verso il basso nella sezione di attacco dello strallo alla travata ed ovviamente verso l'alto in quella di appoggio della stessa sul cavalletto a cui è solidale. Lo strallo trasferisce il contraccolpo in testa all'antenna.

Se è uno solo degli stralli dallo stesso lato del ponte ad essere interessato l'azione in testa all'antenna si trasferisce al traverso che collega le due antenne che può essere così tranciato per taglio.

A questo punto l'intera struttura viene giù perché collassa l'intero sistema resistente, travata, antenna e cavalletto, tutti sollecitati dinamicamente in maniera anomala.

Le precedenti personali considerazioni sono svolte unicamente sulla base di quanto reso noto e nell'ipotesi che i cavi estradosali sugli appoggi (i cavi cappello) fossero danneggiati tanto da aver improvvisamente ceduto. Esse andrebbero supportate da riscontri e giustificate con idonee calcolazioni.

Oltre questa suggestiva e personale ipotesi è evidente il problema che il crollo del Polcevera ha sollevato circa la vulnerabilità delle opere in c.a. e c.a.p.

Il calcestruzzo armato e la tecnologia della presollecitazione delle strutture, che rende possibile l'introduzione di stati di coazione in grado di sviluppare sollecitazioni di segno opposto a quelle indotte dalle azioni gravitazionali ed esterne in maniera da ridurre gli effetti sulle strutture, hanno consentito la realizzazione di straordinarie opere, tra le tante quelle progettate da Morandi.

Le potenzialità che il c.a. e le tecnologie connesse consentono di sviluppare devono avere il supporto non solo di una accurata concezione strutturale e conseguente idonea progettazione ma anche di una corretta esecuzione, che per le grandi opere è talvolta più complessa da elaborare, e poi di un'adeguata manutenzione.

Sono queste le condizioni che assicurano la conser-

vazione delle costruzioni e l'uso affidabile nel tempo da parte degli utenti.

I materiali generalmente utilizzati per costruire sono la pietra, il legno, l'acciaio e da ultimo il calcestruzzo armato. L'uso dei materiali compositi nel campo delle costruzioni è ancora in una fase quasi sperimentale, anche se non mancano interessanti realizzazioni.

Il calcestruzzo armato è un materiale anch'esso composito e lo sposalizio calcestruzzo - acciaio è felice e fecondo solo se l'ambiente rimane chimicamente basico in maniera che l'acciaio non possa essere aggredito dalla ossidazione.

Nelle costruzioni in pietra, legno ed acciaio le parti ammalorate possono essere facilmente sostituite con elementi realizzati con lo stesso materiale di cui esse sono originariamente costruite.

Nelle opere in c.a. non è purtroppo così: ripariamo o rafforziamo gli elementi strutturali in genere solidarizzando ad essi altri elementi. La riuscita dell'intervento è affidata alla validità del sistema di connessione che può essere meccanico o chimico, puntuale o diffuso, ma l'elemento aggiunto rimane sempre qualcosa di estraneo al corpo strutturale originario.

Di queste riparazioni e rinforzi è ancora più arduo controllare l'affidabilità nel tempo sia immediato che futuro.

L'enorme quantità di costruzioni in c.a. e c.a.p. esistenti costringe tuttavia da un lato a non poter programmare una loro sostituzione con nuovi manufatti più affidabili e dall'altro a cercare invece di prolungarne la vita utile con interventi di riparazione e di rafforzamento.

La stessa normativa a volte porta a situazioni che, freddamente analizzate possono sembrare assurde. Si pensi all'edilizia scolastica per la quale l'indice che esprime il rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e quella che si utilizzerebbe nel progetto di nuova costruzione può variare da 0.60 a 1.00 e cioè 0.60 per le scuole esistenti dopo un intervento di miglioramento, 0.80 per gli edifici il cui uso è stato variata la classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico ed ovviamente 1.00 per gli edifici scolastici di nuova costruzione.

La manutenzione delle costruzioni è oggi una problematica nei confronti della quale si avverte una maggiore sensibilità sia nell'opinione pubblica che nell'attenzione del legislatore.

Tuttavia è da augurarsi che essa sia affrontata nel modo giusto. Innanzi tutto gli operatori chiamati a verificare lo stato di conservazione delle costruzioni esistenti devono avere un'adeguata preparazione culturale che si può conseguire solo con la familiarità con i manufatti che esaminano. Occorre quindi avere una approfondita conoscenza dei materiali, delle tecniche costruttive nel loro sviluppo storico, dell'affidabilità degli schemi strutturali per interpretare il comportamento statico e dinamico delle costruzioni e degli strumenti analitici di calcolo per quantificarne il comportamento sotto le azioni di calcolo.

La diagnostica richiede la messa a punto di metodi e di tecniche di indagine che consentano di analizzare lo stato di conservazione dei materiali e di quello complessivo degli elementi strutturali.

Nel contempo occorre una sapienza nel programmare prima il piano di prove ed analizzare successivamente i risultati acquisiti per pervenire ad una quantificazione del grado di sicurezza attualmente posseduto dal manufatto.

Solo così si evita il rischio di analisi affrettate o invasive con conseguenti giudizi superficiali o inutilmente punitivi.

Ho sottolineato nel titolo due aspetti della figura di Riccardo Morandi: la genialità del progettista e l'attenzione nel divulgare i risultati della sua costante ricerca di innovative soluzioni strutturali per esprimere le potenzialità del calcestruzzo armato anche

nei riguardi dell'aspetto estetico delle opere.

Le brevi citazioni riportate confermano questi aspetti: la non comune capacità di interpretare i meccanismi resistenti delle costruzioni e di inventare innovative tipologie strutturali e la semplicità e chiarezza nel descrivere il loro comportamento.

Anche al di fuori del mondo professionale e scientifico Morandi conservava questo suo atteggiamento ed a tal proposito riporto il personale ricordo ed incontro in occasione di una visita tecnica sui viadotti di svincolo a Napoli dell'autostrada SA-NA di cui egli aveva curato la progettazione e la costruzione.

Mi è rimasto impresso nella memoria l'inizio della presentazione dell'opera ai giovani allievi del corso di Tecnica delle costruzioni da parte di Morandi che si scusò con essi per la ordinaria tipologia dei manufatti, ma precisò che la realizzazione era stata complessa per l'intrigo di reti di servizi sottostanti.

Il Grande Progettista temeva di deludere i giovani allievi per la ordinarità delle opere ma precisò la difficoltà incontrata nella realizzazione delle stesse, enfatizzando l'aspetto strettamente costruttivo e cantieristico della professione di ingegnere, la cui genialità si esprime non solo nel progettare le opere ma nel rendere fattibile la loro esecuzione studiando, perfezionando e talvolta inventando anche gli accorgimenti e le tecnologie che trasformano un'idea in un manufatto così come Morandi seppe fare nel corso della sua lunga e straordinaria carriera. •



Michele Contaldo. Professore Associato – Settore scientifico disciplinare ICAR 09 Tecnica delle Costruzioni. Già docente di: *Teoria e progetto dei ponti* presso l'Università della Calabria (CS) e l'Università Federico II; *Costruzioni in Acciaio* presso l'Università della Calabria (CS) e la Facoltà di Architettura della Seconda Università di Napoli *Tecnica delle Costruzioni*, presso la Facoltà di Architettura della Seconda Università di Napoli. Attività scientifica: Pubblicazioni presentate a convegni nazionali ed internazionali su temi della Tecnica delle Costruzioni e sulla riabilitazione e manutenzione di ponti. Attività progettuale: Strutture in c.a., acciaio. Ponti in acciaio, in c.a.p. ed a sezione mista. Recupero ed adeguamento antisismico di edifici in muratura ed in c.a. Riabilitazione ed adeguamento strutturale ed antisismico di ponti.

Un "piccolo" contributo al "grande" Riccardo Morandi

Matteo Felitti

1. La vita

Riccardo Morandi (Fig.1) nasce a Roma nel 1902. Si laurea nella allora Scuola di Applicazione per Ingegneri di Roma (oggi Facoltà di Ingegneria) nel 1927 a soli 25 anni.

I primi lavori che affronta in qualità di progettista strutturale riguardano strutture intelaiate in calcestruzzo armato. Ha inizio, per Morandi, un periodo di grande attività progettuale e cantieristica che lo porterà a studiare da "vicino" la tecnologia del calcestruzzo armato e le sue applicazioni in cantiere. I primi progetti impegnativi (Sale cinematografiche Augustus e Giulio Cesare a Roma, pianificazione urbanistica, chiese, edifici ed impianti industriali a Colleferro), dal punto di vista delle responsabilità e abilità professionali, li affronta a partire dal 1935. In quegli anni iniziano le sue ricerche sulla precompressione che si protraggono fino al 1945.



Fig.1 - Riccardo Morandi (Roma, 1902 – 1989) – Rif. Città Morandiana, archivio multimediale

La sua attività professionale si intensifica a partire dalla ricostruzione nel dopoguerra dove concretizza quella che oggi chiamiamo "Progettazione Integrata", infatti in una conferenza del 1975, Morandi dice:

"[...] mi sono sempre occupato di problemi nei quali l'aspetto strutturale influenza grandemente l'architettura dell'opera, ed in quasi tutti i casi ho preferito essere l'unica persona responsabile dell'intero progetto, cioè della progettazione funzionale, di quella strutturale e anche dei metodi di costruzione. Ad esempio le mie strutture in cemento armato precompresso sono state tutte eseguite con un sistema di precompressione espressamente sviluppato per permettere la realizzazione delle mie strutture in accordo con le mie idee".

Il primo brevetto relativo al sistema di precompressione – "sistema Morandi" – risale al 1948. A partire da tale data, infatti si moltiplicano le opere con tale sistema.

2. Alcune Opere

2.1. Ponte ad arco sul vallone della Fiumarella a Catanzaro

Si tratta di uno dei ponti ad arco più grandi al mondo, inaugurato nel 1962. La sua lunghezza totale è di circa 600 m con una arcata di 236 m; altezza fondovalle di circa 130 m (Fig. 2).



Fig.2 - Ponte "Fiumarella"(o Fausto Bisantis) - Rif. www.flickr.com

Ponte costituito da due arconi con sezione a cassone che si biforcano in corrispondenza delle imposte. Lo schema statico in fase di realizzazione (transitorio) è costituito da un arco a tre cerniere per evitare sollecitazioni "parassite" a seguito di eventuali cedimenti fondali, fenomeni legati al ritiro idraulico del calcestruzzo e a comportamenti non uniformi della centina in fase di getto. Successivamente, Morandi, ha provveduto a solidarizzare le cerniere per ottenere un arco iperstatico a comportamento globale "ridondante".

In quegli anni Morandi pensa di abbandonare il sistema statico del ponte ad arco, per le difficoltà legate alla realizzazione di tali opere e per l'incidenza dei costi di costruzione, a favore della trave continua strallata (Fig. 3).

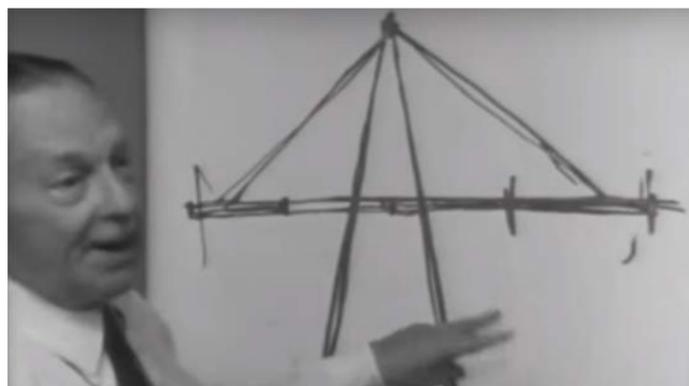


Fig. 3 - Riccardo Morandi mentre spiega il sistema statico di ponte strallato - Rif. Blob RaiTre.

2.2. Il viadotto sul Polcevera per l'autostrada Genova-Savona

Costruito fra il 1963 e il 1967, ad opera della Società Italiana per Condotte d'Acqua.

Il viadotto principale consta delle seguenti luci teoriche:

- una luce da 43,00 m
- cinque luci da 73,20 m
- una luce da 75,313 m
- una luce da 142,655 m
- una luce da 207,884 m
- una luce da 202,50 m
- una luce da 65,10 m

Luci così disparate, dice lo stesso Morandi, trovano il loro legame di concezione in una serie di travate tutte uguali di calcestruzzo precompresso di luci pari a 36,00 m appoggiate su due sistemi speciali:

- a) sistema a cavalletto per luci minori (Fig. 5): tale struttura è costituita da due stilate oblique collegate in testa da una travata a doppio cantilever di luce variabile in calcestruzzo armato. Tale elemento strutturale è incastrato al piede con una zattera su pali;
- b) sistema bilanciato per grandi luci (Fig. 6): sistema strutturale costituito da trave continua a tre campate a quattro appoggi con due sbalzi laterali alle cui estremità sono appoggiate le travi "tamponi" da 36 m. I due appoggi più esterni sono costituiti dai tiranti che passano al disopra dell'antenna a quota 90 m e a circa 45 m dal piano stradale.



Fig. 4 - Vista di insieme del ponte sul Polcevera - Rif. Wikipedia



Fig. 5 - Il sistema a cavalletto - Rif. Liguria Business Journal



Fig. 6 - Il sistema bilanciato

Rif. <https://geograficamente.wordpress.com/info/>



Fig. 7: Riccardo Morandi spiega il progetto a G. Saragat in occasione dell'inaugurazione, 4 settembre 1967 - Rif. ALeoni

3. Le aviorimesse dell'aeroporto di Fiumicino

Le aviorimesse dell'Aeroporto di Fiumicino intanto sono già state inaugurate il 12 novembre 1964, in questo caso da Aldo Moro. Morandi trova l'occasione per esercitarsi sul tema delle strutture strallate e degli edifici industriali (Fig. 8).



Fig. 8 - Vista di insieme della sequenza dei cavalletti in copertura, 1964 – Rif. ASAstaldi.

Per ciascuna aviorimessa la copertura è realizzata da una successione di travi strallate. Lo schema strutturale adottato consente di lasciare liberi i fronti di ingresso delle aviorimesse e di rendere tali strutture in c.a. indipendenti da quelle dei portoni di chiusura.

4. I sistemi di precompressione

Tra i primi a lavorare sul calcestruzzo armato presollecitato – in seguito chiamato c.a.p. – troviamo **Eugène Freyssinet** (Objat, 13 luglio 1879 – Saint-Martin-Vésubie, 8 giugno 1962), ingegnere francese, il quale deposita il primo brevetto sul c.a.p. il 2 ottobre 1928. In Italia ebbe grande influenza lo studio professionale di un altro ingegnere francese **François Hennebique** (Neuville-Saint-Vaast, 26 aprile 1842 – Parigi, 7 marzo 1921). Riconosciuto come l'inventore del calcestruzzo armato, sistema che brevettò nel 1892, anche se la paternità dell'invenzione venne accreditata ad un analogo brevetto depositato nel 1867 da **Joseph Monier** (Saint-Quentin-la-Poterie, 8 novembre 1823 – Parigi, 13 marzo 1906).

Nel dopoguerra la tecnica della presollecitazione del calcestruzzo fu fortemente promossa dalla Società Tecnica per l'Utilizzazione della Precompressione (STUP). Infatti vennero realizzate le prime opere con le consulenze di **Levi, Rinaldi, Morandi** e di **Cestelli Guidi** impiegando le apparecchiature di ancoraggio predisposte dalla STUP, e, verso gli anni '50 gli ancoraggi ideati da Morandi.

La diffusione di tale tecnologia è stata possibile grazie a due fatti:

1. Calcestruzzi con migliori prestazioni meccaniche grazie all'introduzione di additivi riduttori di acqua che comportavano un abbassamento del rapporto acqua/cemento senza compromettere la lavorabilità del calcestruzzo durante la messa in opera;
2. Acciai ad alta resistenza meccanica.

Attualmente i sistemi per realizzare le strutture in c.a.p. sono di due tipi (Fig. 9 e 10):

- a fili aderenti;
- a cavi scorrevoli.

Nel primo caso (Figg. 9-11-12-13) i trefoli vengono tesati opportunamente, prima del getto, mediante centraline di tiro. A maturazione avvenuta del calcestruzzo – dopo le verifiche a compressione sui cubetti – viene eseguito il taglio dei trefoli. Grazie all'aderenza acciaio-calcestruzzo, si trasferisce alla trave, uno stato di compressione.



Fig. 11 - Nella foto è riportata la pista delle travi a doppia pendenza con i trefoli tesati a 13500 kg/cmq – Rif. Prefabbricati Pugliesi Srl

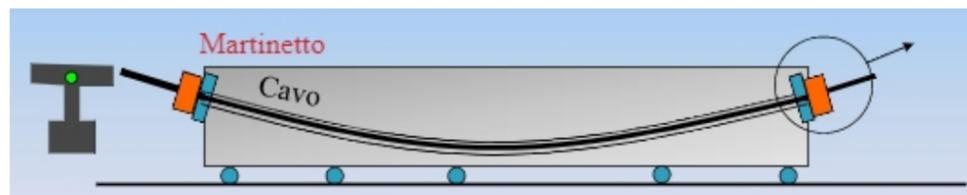


Fig. 9 - Precompressione a fili aderenti – Rif. UNI Roma Tre

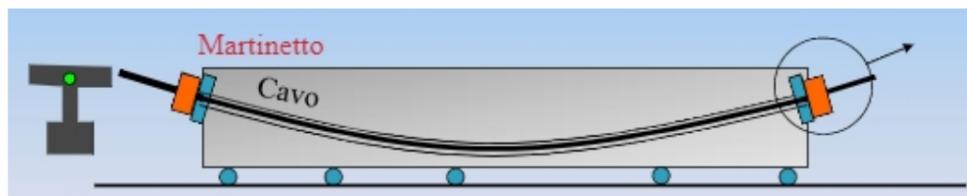


Fig. 10 - Precompressione a cavi scorrevoli – Rif. UNI Roma Tre



Fig. 12 - Dettaglio in corrispondenza della testata di tiro – Rif. Prefabbricati Pugliesi Srl



Fig. 13 - Dettaglio dei trefoli sulla testata di una trave a "I" – Rif. Prefabbricati Pugliesi Srl

Nel secondo caso (Figg. 10-14-15-16) i trefoli vengono alloggiati all'interno di guaine – a tracciato prestabilito¹ - in modo che

¹ Con questo metodo è possibile sagomare i cavi in maniera tale da variare lo stato di presollecitazione lungo le travi in funzione delle esigenze statiche delle varie sezioni – ad esempio un cavo a geometria parabolica farà in modo che la componente orizzontale dello sforzo di precompressione presenti eccentricità, rispetto al baricentro della sezione, più forte in corrispondenza del momento flettente maggiore. Inoltre la componente verticale risulta, sezione per sezione, opposta alla sollecitazione di taglio.

possano scorrere liberamente. Tali cavi vengono tesati ed ancorati alle estremità solo quando il calcestruzzo ha raggiunto un sufficiente grado di maturazione e quindi una adeguata resistenza meccanica. Lo sforzo di precompressione verrà trasmesso attraverso le teste di ancoraggio. Dopo la tesatura viene iniettata a pressione una opportuna boiaccia per omogeneizzare la sezione e proteggere i cavi dalla corrosione.



Fig. 14 - Testate di tiro per la post-compressione – Rif. <https://cityrailways.com/>



Fig. 15 - Andamento dei cavi in una trave in post-compressione – Rif. Fabrizio Paolacci

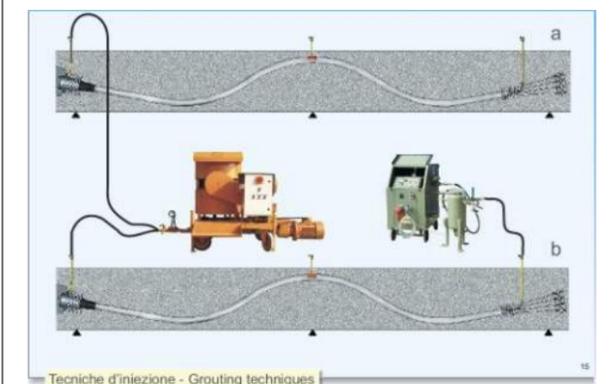


Fig. 16 - Fase di iniezione delle guaine con boiaccia a base cemento – Rif. UNI Roma Tre

Dopo questa breve rassegna sulle tecniche di presollecitazione del calcestruzzo, bisogna ricordare che Morandi era molto interessato, negli anni del dopoguerra, agli aspetti tecnologici, progettuali e agli aspetti relativi alla durabilità delle opere realizzate con tale tecnica. Infatti è del 1948 il suo brevetto sul

c.a.p., il primo in Italia.

Il merito di Morandi – dice Mario Paolo Petrangeli – è stato quello di aver compreso, appieno e subito, le potenzialità strutturali di questa nuova tecnica del costruire e di avere aperto la strada ad un suo uso estensivo grazie agli esempi prestigiosi che andava proponendo nei diversi settori dell'ingegneria civile.

Morandi con la sua sensibilità ed intuizione di grande Progettista ha mostrato, attraverso le sue Opere, di "vedere" le innovazioni in campo ingegneristico con decenni di anticipo rispetto alle conoscenze correnti.

5. Degrado da corrosione delle barre di armatura e dei trefoli per il c.a.p.

La corrosione è un processo di natura elettrochimica. Quando un conduttore metallico – barra di armatura – è immerso in un mezzo poroso – calcestruzzo – si possono generare, in particolari condizioni, differenze di potenziale tra le parti del sistema. Si formano, infatti zone catodiche e zone anodiche, in corrispondenza delle quali, si genera corrosione (Fig. 17).

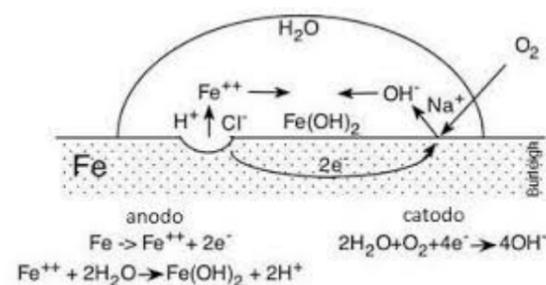


Fig. 17 - Schematizzazione di un processo elettrochimico – Rif. F. Lo Bue, Politecnico di Torino

5.1. Degrado da anidride carbonica e da cloruri

In questo paragrafo si vogliono introdurre i meccanismi chimico-fisici alla base del degrado delle strutture in c.a.

Si affronteranno, sinteticamente, due tipi di attacco che coinvolgono le barre di armatura:

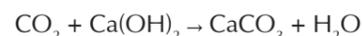
- a) Attacco dell'anidride carbonica;
- b) Attacco dei cloruri.

5.2. Attacco dell'anidride carbonica – corrosione diffusa

È noto che l'anidride carbonica è presente sia nell'acqua che nell'aria in percentuali variabili in funzione delle condizioni ambientali e di inquinamento. Quando l'anidride carbonica viene a contatto con i manufatti in cemento armato, neutralizza i componenti alcalini presenti nel calcestruzzo e di conseguenza il pH passa da valori

>13 a valori <9.

La reazione di carbonatazione, alla base del meccanismo, è la seguente:



In tali condizioni, appena la carbonatazione penetra lo spessore del copriferro, il film protettivo (ossido ferrico) delle barre di armatura, diventa poroso ed incoerente e non più in grado di bloccare l'ingresso dell'ossigeno e dell'umidità al substrato metallico. Pertanto, a seguito della trasformazione del ferro in ruggine (con volume di circa 4 volte maggiore rispetto al ferro da cui proviene), il copriferro si fessura e successivamente viene espulso – spalling – (Fig. 18). Il danneggiamento localizzato continua, nel tempo, ed è capace di pregiudicare il comportamento strutturale globale statico e dinamico fino al collasso (Fig. 19).

È bene chiarire che l'anidride carbonica non danneggia direttamente la pasta cementizia ma prepara le condizioni di innesco della corrosione (Fig.20). Infatti, ad alimentare il processo di corrosione – propagazione - nei confronti delle barre di armatura, sono l'ossigeno e l'acqua O₂ e H₂O secondo la seguente reazione:

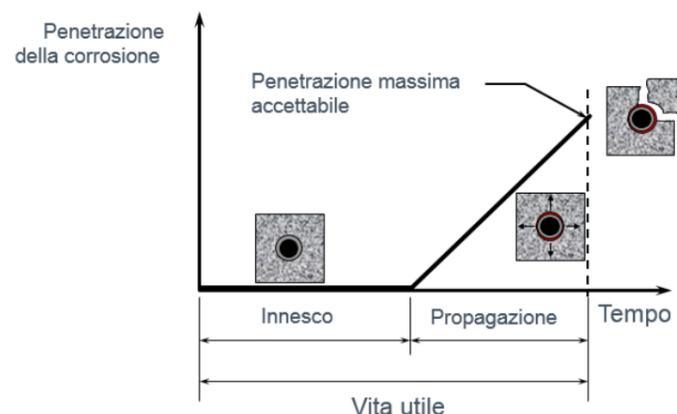


Fig. 18 - Formazione dello spalling del calcestruzzo – Rif. Luca Bertolini

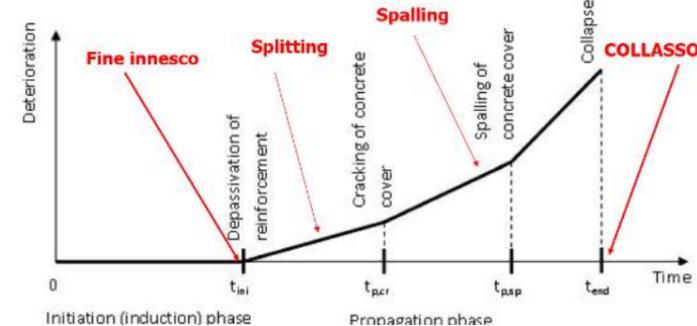


Fig. 19 - Danneggiamento progressivo – Rif. Cervenka Consulting – CTU (Modificata dall'Autore)

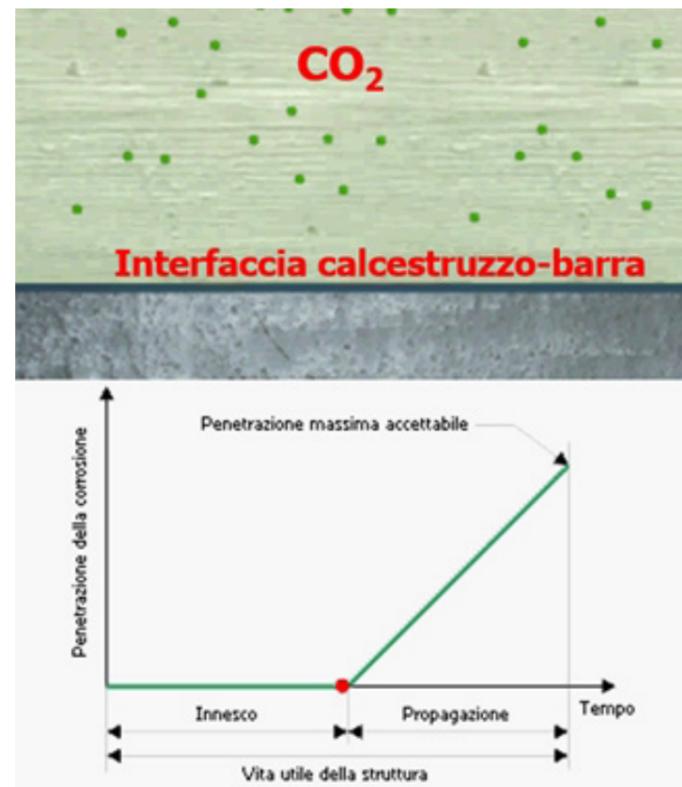


Fig. 20 - Anidride carbonica: Curva di innesco e propagazione della corrosione delle barre di armatura – Rif. Pietro Pedferri



Fig. 21 - Effetti della carbonatazione: esempio tipico di corrosione "diffusa" delle barre di armatura in una trave da ponte – Rif. Lucia Rosaria Mecca

5.3. Attacco dei cloruri – corrosione localizzata

I cloruri sono naturalmente presenti nell'acqua di mare, pertanto, tutte le opere marittime in c.a. sono potenzialmente vulnerabili. I cloruri sono anche presenti artificialmente nei sali disgelanti, e sono potenzialmente attaccabili tutte le opere in c.a. di tipo autostradale e pavimentazioni esterne che utilizzano tali sali per rimuovere il ghiaccio presente nel periodo invernale (Fig. 22-24). Molto attuale è il tema del degrado localizzato in corrispondenza delle selle Gerber in viadotti autostradali (Fig. 24), come testimoniano alcuni collassi avvenuti di recente in Italia. Si tratta di armature corrose per effetto dei cloruri (i quali, per diffusione, contaminano calcestruzzi già carbonatati) - contenuti nei sali disgelanti e veicolati attraverso l'acqua mal convogliata nei giunti e nei discendenti.

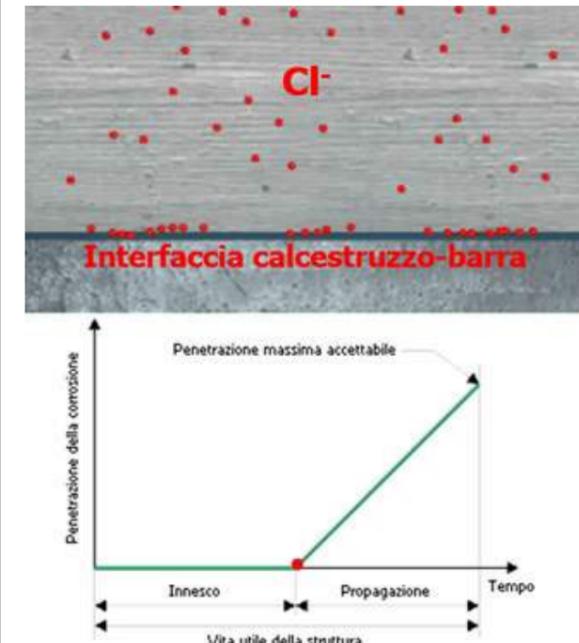


Fig. 22 - Cloruri: Curva di innesco e propagazione della corrosione delle barre di armatura – Pietro Pedferri



Fig. 23 - Degrado in corrispondenza della sella Gerber



Fig. 24 - Effetto dei cloruri: esempio tipico di corrosione "localizzata" delle barre di armatura - Pietro Pedefferri

6. La Tensocorrosione e il "punto debole" nel sistema a post-compressione

In particolari condizioni ambientali ed in presenza di uno sforzo di trazione di valore inferiore a quello necessario alla rottura meccanica, si possono creare le condizioni per la formazione di cricche. Fenomeno chiamato *corrosione sotto sforzo (stress corrosion cracking, SCC)* e rientra, assieme alla corrosione-fatica, nell'ambito del cosiddetto *cedimento ambientale*. Se l'avanzamento delle cricche è dovuto all'idrogeno atomico, la SCC, è detta *infragilimento da idrogeno*. Tale fenomeno interessa prevalentemente acciai ad altissima resistenza meccanica. Un esempio è il cedimento delle armature da precompressione per infragilimento da idrogeno se, al momento della messa in opera, lo stesso presenta dei difetti o cricche. Pietro Pedefferri individua tre stadi del cedimento in servizio degli acciai ad alta resistenza:

- 1) formazione delle condizioni alla superficie dell'acciaio per lo sviluppo di idrogeno atomico;
- 2) innesco e propagazione delle cricche fino al raggiungimento delle condizioni critiche;
- 3) rottura per schianto dovuto alla "veloce" o "instabile" propagazione delle cricche.

In sostanza in un cavo teso soggetto all'azione depassivante dei cloruri, la velocità di corrosione è maggiore che nello stesso cavo - nelle medesime condizioni di aggressività chimica - ma non sollecitato. Il 21 maggio del 1980, senza nessun preavviso si ebbe il crollo parziale della copertura del

Congress Hall di Berlino (Fig.25). La perizia tecnica concluse che il crollo ebbe luogo per effetto dell'infragilimento da idrogeno di alcuni tiranti di precompressione temprati e rinvenuti in corrispondenza dell'attacco tra i pannelli precompressi (tetto) e l'anello in c.a. a cui erano ancorati.

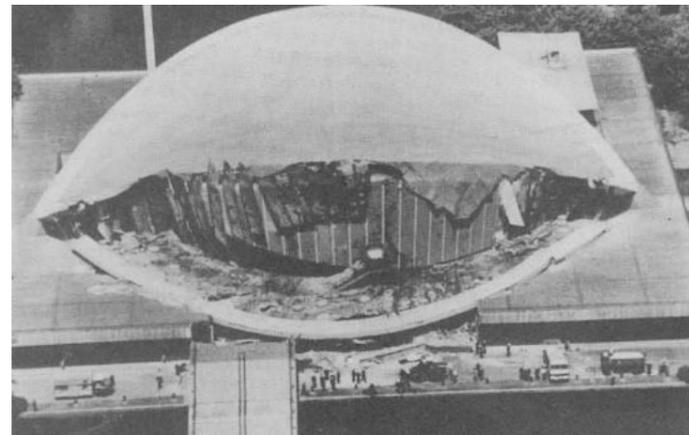


Fig. 25 - Congress Hall di Berlino: crollo di una parte della copertura per il fenomeno dell'infragilimento da idrogeno - Pietro Pedefferri

In generale la tensocorrosione è molto insidiosa quando interessa i cavi di post-tensione di elementi strutturali quali travi di ponti e viadotti. In questo caso specifico "il punto debole" è costituito dalla presenza di "vuoti" all'interno delle guaine dove alloggiavano i cavi per la presollecitazione. Infatti, se la boiaccia non avvolge perfettamente i suddetti cavi, questi ultimi possono corrodere - dopo un certo tempo "t" di esposizione all'azione dei cloruri - in presenza simultanea di acqua e ossigeno (Figg. 26-27).



Fig. 26 - Ispezione in guaina corrugata metallica in una trave da ponte: si nota la suddetta guaina non iniettata e i cavi in trazione (detensionati) con segni di corrosione sotto sforzo - Rif. Lucia Rosaria Mecca



Fig. 27 - Ispezione in guaina corrugata metallica in una trave da ponte: si nota la suddetta guaina non iniettata e i cavi in trazione con segni di corrosione sotto sforzo - Rif. Lucia Rosaria Mecca

7. Il degrado, il collasso e la demolizione del Ponte sul Polcevera a Genova di Riccardo Morandi: la FINE di un'Opera d'Arte.

Dopo questa breve disanima sulle tecnologie e sui danni subiti dalle strutture e infrastrutture in calcestruzzo armato, lasciamo il lettore riflettere sul ruolo che noi Tecnici abbiamo avuto nella storia dell'ingegneria e che abbiamo attualmente, attraverso le immagini seguenti.



Fig. 28 - In rosso evidenziata la PILA 9 - del Ponte sul Polcevera di Riccardo - collassata il 14/08/2018- Rif. lavocedigenova.it



Fig. 29 - PILA 9 - del Ponte sul Polcevera di Riccardo - collassata il 14/08/2018- Rif. controradio.it



Fig. 30 - Foto dei cassoni del Ponte sul Polcevera di Riccardo Morandi risalenti agli anni '80 - Rif. Ponte Morandi: Storia e Verità (<https://www.facebook.com/groups/1058496544330364/>)



Fig. 31 - Foto dei cassoni del Ponte sul Polcevera di Riccardo Morandi risalenti agli anni '80 - Rif. Ponte Morandi: Storia e Verità (<https://www.facebook.com/groups/1058496544330364/>)



Fig. 32 - Ponte sul Polcevera di Riccardo Morandi, foto risalenti agli anni '80 - Rif. Ponte Morandi: Storia e Verità (<https://www.facebook.com/groups/1058496544330364/>)



Fig. 33 - Ponte sul Polcevera di Riccardo Morandi, foto risalenti agli anni '80 - Rif. Ponte Morandi: Storia e Verità (<https://www.facebook.com/groups/1058496544330364/>)

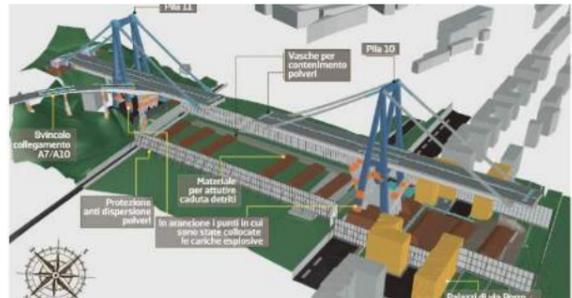


Fig. 34 - Il piano di demolizione delle pile 10 e 11 del Ponte sul Polcevera di Riccardo Morandi - Rif. NexQuotidiano



Fig. 35 - La demolizione delle pile 10 e 11 del Ponte sul Polcevera di Riccardo Morandi avvenuta alle ore 9:37 del 28/06/2019 - Rif. <https://www.fanpage.it/> (Modificata dall'Autore)

Riferimenti bibliografici

- [1] Augenti N. – Sassu M., Atti del convegno di ingegneria forense, doppiavoce, 2012.
- [2] Bossio A., Corrosione e diagnostica delle strutture in calcestruzzo armato, Wolters Kluwer Italia, 2014.
- [3] Collepardi M. – Collepardi S. – Olagot Ogoumah J.J. – Simonelli F. – Troli R., Diagnosi del degrado e restauro delle strutture in c.a., II ediz., Tintoretto Edizioni, 2010.
- [4] Collepardi M. – Collepardi S. - Troli R., Il nuovo calcestruzzo, V ediz., Tintoretto Edizioni, 2009.
- [5] Collepardi S. – Coppola L. - Troli R., Pavimentazioni industriali in calcestruzzo, Tintoretto Edizioni, 2009.
- [6] Collepardi S., Diagnosi del degrado delle strutture in calcestruzzo, Enco Journal N. 58, 2013.
- [7] Coppola L., CONCRETUM, McGraw-Hill, 2007.
- [8] Coppola L., Manuale del calcestruzzo di qualità, ATECAP-Il Sole 24 Ore, 2008.
- [9] Coppola L. – Buoso A., Il restauro dell'architettura moderna in cemento armato, Hoepli, 2015.
- [10] Cicchiello P., Diagnostica strutturale, Maggioli Editore, 2010.
- [11] Calcestruzzi speciali, Modern Advanced Concrete
- [12] Cabrini M. – Lorenzi S. – Pastore T., Corrosione dell'acciaio al carbonio in acque debolmente acide contenenti ioni tiosolfato e solfito, La metallurgia italiana n. 12.
- [13] Cosenza E. – Manfredi G. – Pecce M., Strutture in cemento armato, Hoepli, 2008.
- [14] Carpinteri A., Meccanica dei materiali e della frattura, Pitagora Editrice Bologna, 1992.
- [15] Castellano G., Appunti dalle lezioni di scienza delle costruzioni, CUEN, 1987.
- [16] Di Francesco R., Lesioni degli edifici, Hoepli, 2008.
- [17] Dei Poli S., Crolli e lesioni di strutture, EPC Editore, 2015.
- [18] Felitti M., Mecca L.R. Il degrado delle strutture in calcestruzzo armato, Maggioli Editore, 2018.
- [19] Felitti M., Mecca L.R., Tecniche di diagnosi, riparazione e miglioramento di strutture in calcestruzzo armato degradate, Maggioli Editore, 2019.
- [20] Gherzi A. – Lenza P., Edifici antisismici in cemento armato, Dario Flaccovio Editore, 2009.
- [21] Iori T. – Poretti S., Storia dell'ingegneria strutturale in Italia, Gangemi Editore, 2011.
- [22] Iacoviello F., Corrosione sotto sforzo, dispense Università di Cassino.
- [23] Il secolo del cemento, aitec, 2000.
- [24] Kefei Li, Durability design of concrete structures, Tsinghua University, China, 2016.
- [25] Leonhardt F. c.a. & c.a.p., ETS, 1980.
- [26] Lorenzi S., Tecniche elettrochimiche per lo studio della corrosione di acciai anegati in matrici cementizie tradizionali e innovative, Università di Bergamo, 2016.
- [27] Marino R., La durabilità delle strutture, Italcementi Group, 2007.
- [28] Menditto G., Fessurazioni nelle strutture, Dario Flaccovio Editore, 2010.
- [29] Menditto G. – Menditto S., Indagini semidistruttive e non distruttive nell'ingegneria civile: disciplina tecnica,

- applicativa e normativa, Pitagora Editrice Bologna, 2008.
- [30] Malerba P.G., I segnali del dissesto riconoscimento delle patologie strutturali, Il portale delle costruzioni, 2006.
- [31] Neville A.M., Le proprietà del calcestruzzo, Sansoni Editori, 1980.
- [32] Nelva R. – Signorelli B., Avvento ed evoluzione del calcestruzzo armato in Italia: il sistema Hennebique, AITEC, 1990.
- [33] Pedefferri P., Progetto Ulisse, La corrosione nel calcestruzzo, AICAP, 2006.
- [34] Pedefferri P., Bertolini L., La durabilità del calcestruzzo armato, McGraw-Hill, 2000.
- [35] Pedefferri P., Corrosione e protezione dei materiali metallici, (Vol.I_II), polipress, 2012.
- [36] Pucinotti R., Patologia e diagnostica del cemento armato, Dario Flaccovio Editore, 2005.
- [37] Pellati M. – Bianucci G., Chimica applicata alla scienza delle costruzioni, Mondadori Editore, 1982.
- [38] Rossetti V. A., Il calcestruzzo, III ediz., McGraw-Hill, 2007..
- [39] Tattoni S., Difetti e patologie di ponti e viadotti, Milano, 2015.
- [40] www.ingegno-web.it
- [41] Ponte Morandi: Storia e Verità (<https://www.facebook.com/groups/1058496544330364/>)

Matteo Felitti. Ingegnere. Titolare dello Studio Tecnico ENGINEERING & CONCRETE CONSULTING. Cofondatore dello Studio Tecnico SGMD (Structures Geotechnical and Material Degradation) in collaborazione con l'ing. Francesco Oliveto. Strutturista ed Esperto in Degrado delle Strutture in Calcestruzzo Armato. Docente esterno di "Calcolo Automatico delle Strutture" presso la Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli – Federico II. Titolare dello Studio Tecnico ENGINEERING & CONCRETE CONSULTING. Cofondatore dello Studio Tecnico SGMD (Structures Geotechnical and Material Degradation) in collaborazione con l'ing. Francesco Oliveto. Strutturista ed Esperto in Degrado delle Strutture in Calcestruzzo Armato. Docente esterno di "Calcolo Automatico delle Strutture" presso la Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli – Federico II.

Note a margine del Ponte Morandi

Giorgio Gianighian

Dopo l'innamoramento negli anni di studio, tanto tempo fa, allorché gli edifici in calcestruzzo armato la facevano da padrone, nelle aule e in biblioteca, quella passione gradualmente s'è affievolita, fino a trasformarsi in sospetto e timore, nei lunghi anni della ricerca e della professione: sospetto e timore che nascevano dall'osservazione critica dell'invecchiamento, anche precoce, che indubbiamente compare, in un materiale considerato eterno. Non secondario in tali sensazioni fu l'interesse per il restauro e la conservazione, interesse che ha poi costituito il mio maggiore impegno professionale, quello di architetto conservatore.

Ne è scaturita l'ovvia interrogazione sui problemi di durata in condizioni di buona salute delle strutture della modernità, nelle quali il calcestruzzo armato è materiale primario, e che quindi sono vittime del suo invecchiamento precoce.

Eterno, o quasi eterno non lo era, non lo è, e non lo poteva essere! Bastava aprire gli occhi e – esempio banale - osservare i poggianti, così numerosi in ogni luogo del mondo, per scoprire prima le fessure e poi l'apparire dei ferri d'armatura che, con la loro naturale ossidazione, tali fessure avevano causato.

La prima domanda che un tecnico dovrebbe porsi, a questo punto, riguarda la tenuta dei telai in calcestruzzo armato, soprattutto per le parti più esposte all'esterno, ove pioggia e umidità atmosferica, soprattutto in ambiente marino, possono aggredire le armature e causare danni e anche dissesti strutturali preoccupanti.

Dal sospetto all'irritazione, che via via si trasformava in una sorta di ripulsa per quel materiale, soprattutto quando impiegato, ma non solo, nella conservazione del patrimonio edilizio storico. Giustamente le Carte del Restauro, italiane come internazionali, fino dalle origini, invitavano alla cautela nell'uso dei nuovi materiali, che potevano essere incompatibili con quelli del passato, influenzandone il funzionamento strutturale. Non era questa indicazione frutto d'un passatismo ingiustificato, ma nasceva dall'osservazione scientifica riguardante la coesistenza tra antiche tecniche edificatorie e quelle nuove in esse innestate, con i nuovi materiali, quali principalmente l'acciaio e il calcestruzzo armato. Si pensi ai nuovi solai che sostituivano quelli del passato in legname, con pignatte e travetti in c.a. che venivano collegate all'antica muratura tramite un cordolo in essa gettato, dopo averne sostituita la parte necessaria, con demolizioni sotto traccia. Si pensi anche ai nuovi intonaci esterni in malta bastarda,

con la presenza d'una buona parte di cemento, i quali, nel tempo, si staccano dalla muratura, a causa della presenza di sali solubili; essi, cristallizzandosi, aumentano di volume e iniziano a dilatarsi in modo incompatibile colla muratura, provocando perciò fessurazioni e distacchi.

Un'impresa edile veneziana si vantava di non avere, nei suoi depositi, neppure un sacco di cemento Portland. Per esagerato che ciò appaia, tale dovrebbe essere la consuetudine d'ogni intervento sull'edilizia storica, di qualunque genere ed età essa sia.

Tornando alle strutture, innumeri gli interventi di questo tipo, spacciati spesso per irrigidimenti e rinforzi della fabbrica antica, in ogni centro storico del nostro Paese, maggiore o minore che fosse, rendendo necessari, negli anni successivi, nuovi interventi di correzione dei danni provocati, che l'amico ingegnere Walter Gobetto, un maestro della conservazione strutturale a Venezia, definiva "restauri di restauri". In Italia il patrimonio notificato è salvaguardato, pur con qualche errore, dall'azione di controllo della Soprintendenza, mentre il restante 90 e più per cento rimane praticamente senza protezione: esso è infatti sottoposto alla sola azione di controllo del Comune, tramite le commissioni edilizie, spesso inadeguate al difficile compito di protezione delle fabbriche storiche, nella delicata fase dell'esame per il rilascio delle autorizzazioni. Nell'ultimo decennio lo scenario dei guasti da intervento è aumentato, a causa della normativa a ventaglio sulla semplificazione edilizia. Non basta però scaricare sul professionista la responsabilità del danno, limitando gravemente il controllo del Comune sugli interventi, così come non basta, a danno scoperto, obbligare il professionista a ripristinare la situazione precedente all'intervento. Nel restauro e conservazione il peggior danno che si può fare a una fabbrica storica è il rimuovere la sua materia costitutiva, che non è sostituibile: quindi ciò che è perduto lo è per sempre! A questo punto merita affrontare, seppur brevemente, un altro argomento, che si riprenderà tra poco: è il passaggio dall'incompetenza alla criminalità, che a volte purtroppo si sommano. Spiace dirlo, ma sarà il terremoto il miglior giudice, ché esso opera con azione rapidissima e implacabile. Ogni errore, ogni risparmio e ogni furto eseguiti in corso di progetto e soprattutto d'opera, vengono puniti con severità, spesso con il crollo dell'edificio, se non della città. Un esempio estremo è quello del terremoto del 7 dicembre 1988 in Armenia, chiamato di Spitak, ma che ha colpito alcune altre città vicine, con decine di migliaia di vittime e di feriti. La prefabbricazione sovietica fu la principale responsabile, per gli edifici da cinque e più piani, che crollarono come castelli di carte a causa del furto dei materiali edili: calcestruzzo con tanta ghiaia e poco cemento, armato con pochi, pochissimi ferri. Ma spesso la storia non è maestra. Il sindaco di Tirana Erion Veliaj, a seguito dell'ultimo sisma del 27 novembre scorso in Albania, rilasciava una straordinaria intervista a un nostro quotidiano, in cui accusava dei maggiori danni patiti dagli edifici quelli in cui si era intervenuto con sopraelevazio-

ni illegali. Queste le sue parole: "Paghiamo gli abusi edilizi. In città 500 case distrutte. I danni frutto delle costruzioni abusive degli anni Novanta...". È significativo e assai coraggioso che in un momento di lutto e danno nazionale il sindaco accusasse la criminale azione fuorilegge, sostenendo che gli edifici legalmente progettati e costruiti, come i grattacieli, erano ancora in piedi.

Dispongo al momento di scarse notizie sul destino del patrimonio edilizio storico in Albania. Il collega Bujar Demiaha, professore d'architettura in Kosovo ma spesso in Albania, di recente interrogato al riguardo m'ha scritto di danni simili patiti dal patrimonio edilizio sia contemporaneo che storico. Pavento però il fatto che, come ho verificato in ben due contesti, assai distanti l'uno dall'altro, l'edificato patisca i maggiori danni quando è stato oggetto d'interventi volti a mutare, con aggiunte e/o con sostituzioni, il funzionamento strutturale originale, cioè quello della tradizione costruttiva, con materia e struttura della contemporaneità, spesso eseguiti in modo incompetente, oltre che illegale, dal tecnico e/o direttamente dall'impresa.

Nella Valle di Kathmandu, Nepal, per 4 estati di fila a partire dal 2001, su incarico del Centro del Patrimonio dell'Umanità UNESCO vennero esplorate le ragioni dell'erosione patrimoniale storica che avevano comportato l'inserimento della titolazione nell'elenco del patrimonio a rischio. Insieme agli studenti del Master IUAV di Pianificazione nei Paesi in Via di Sviluppo, perciò già laureati e seguiti da docenti IUAV e locali, con assistenti, s'erano schedati i circa 4.000 edifici che ricadevano nel perimetro delle aree più importanti (*core zones*) dei 7 siti che componevano la Valle.

Le alterazioni eseguite sugli edifici tradizionali con materiali e tecniche della contemporaneità erano assai numerose e comprendevano l'inserimento di nuovi piani al di sopra di quelli vernacolari, quest'ultimi coi solai lignei mentre le addizioni erano in calcestruzzo armato e solai in latero-cemento. Numerosi i casi in cui gli eredi d'una casa tradizionale non si mettevano d'accordo sul da farsi, e una famiglia ne conservava la metà – in verticale, ché così era organizzata la casa Newari -, mentre la contigua trasformava pesantemente l'altra metà. Inoltre era frequente il posizionamento dei medio-grandi serbatoi d'acqua in copertura: nuovi carichi che si sommarono a quelli delle sopraelevazioni.

Nella Valle correva voce che la frequenza dei devastanti terremoti fosse di settant'anni. La memoria correva a quello del 1934, che aveva causato ingenti danni e perdite di vite umane.

In ogni rapporto che si presentò all'UNESCO s'illustrarono i dati dell'erosione del patrimonio storico, sottolineandone il rischio di sparizione progressiva aggravato dall'impiego dei materiali, nella trasformazione, della contemporaneità. Materiali pesanti, rigidi, scollegati dagli strati storici sottostanti e sottoposti a immensi pesi, per la loro leggerezza costitutiva. Facile previsione era la nostra conclusiva! Cosa sarebbe avvenuto in caso del prossimo terremoto a questi edifici ibridi

alti ormai, passati due piani tradizionali a 4 o 5 o anche più?

Ciò che è avvenuto il 25 aprile del 2015, a 71 anni da quello del 1934, è ben noto al mondo: più di 8.000 vittime e decine di migliaia d'edifici colpiti, tra lesionati e crollati. Ma quali furono quelli più colpiti? Quelle ibridati col calcestruzzo armato!

La stessa storia è avvenuta all'Aquila. Dopo il sisma del 6 aprile 2009 ci recammo a Bagno Grande, frazione de L'Aquila, per offrire collaborazione all'amministrazione comunale nella valutazione del danno patito dai circa 300 edifici, insieme ad altri colleghi IUAV (strutturisti, progettisti e impiantisti, oltre a noi conservatori) e agli studenti di due laboratori integrati, il primo nello stesso autunno e il secondo l'anno seguente.

Esperienza didattica e scientifica (e umana) di grande valore per tutti i partecipanti: dal rilievo al degrado e dissesto e finalmente al progetto di conservazione e di restauro strutturale, colle aggiunte progettuali quando necessarie usando il linguaggio della contemporaneità, nonché quello impiantistico.

Anche a Bagno Grande s'è verificato con chiarezza che gli edifici maggiormente danneggiati erano quelli ove gli interventi trasformativi del contemporaneo (poggioli a sbalzo in cemento armato, solai e tetti in latero cemento, e/o putrelle) avevano segnato la fabbrica storica. Certamente anch'essa presentava dei danni, tra i quali il crollo, parziale o totale, delle volte non portanti in laterizio, e un quadro fessurativo a volte anche grave, ma non tale da pregiudicare un intervento di restauro e consolidamento che garantisse, insieme alla conservazione dell'organismo storico, la sicurezza futura.

La lezione che ne abbiamo tratto è la conferma, ben motivata e per nulla ideologica, di uno dei termini principali delle Carte del Restauro, quello della compatibilità: i materiali e la loro posa nella fabbrica storica devono essere impiegati ed eseguiti con massima cautela e solo quando necessari. Senza poi scordare la reversibilità, quando accertato che un certo materiale e/o una certa tecnica, si siano rivelati pericolosi per la salute strutturale generale della fabbrica. Compito gravoso, a volte impossibile, quello del "restauro del restauro" come ripristino dello stato precedente: si pensi alla difficoltà d'eliminare cordoli e solai dagli edifici storici. Se impossibile, onde non rischiare di causare lesioni ulteriori, sarà necessario in primo luogo il porsi il problema, e poi inventare, perché la conservazione è anche inventare (sempre per la salute del paziente!), la giusta terapia. Vorrà dire

che il nuovo strato, quello duro, rigido, diverso da quello antico, conservato e opportunamente sistemato, farà anch'esso parte della storia vivente dell'edificio storico.

Negli ultimi decenni s'è finalmente capito che anche il calcestruzzo armato ha bisogno di restauri, soprattutto di osservazione e manutenzione continua, di ruskiniana memoria.

Ricordo che ci venne insegnato, all'università, che la durata d'un edificio moderno era di cinquant'anni, passati i quali esso doveva essere abbattuto e sostituito. Non è probabile che tale previsione nascesse da scarsa fiducia dei tecnici nei telai di c.a., ma era invece insita nel concetto stesso di sviluppo, connaturato allo strumento urbanistico di città e territorio. Quindi crescita continua, con sostituzione del moderno per costruire il contemporaneo, con maggiori volumi per ospitare una popolazione sempre in crescita. Si sa che non è stata questa la nostra storia: la popolazione – per lo meno in Europa – non cresce ma cala; da 50 anni a questa parte s'è scoperto che la città storica può essere conservata in molte delle sue componenti, quindi nacque il restauro urbano, che si sta estendendo nel mondo intero – anche in Cina – seppure con tutte le difficoltà che conosciamo.

Nel patrimonio da conservare vanno annoverati gli edifici della modernità e della democrazia: le case popolari di fine ottocento e di tutto il novecento, le quali hanno seguito la stessa storia costruttiva di ogni edificio di tale periodo: calcestruzzo armato, solaio in latero-cemento, più raramente acciaio. Questo è il patrimonio della modernità, colla sua nuova urbanistica e la nuova architettura, assai diffusa in ogni comune d'Italia e non solo nella periferia ma anche nel centro storico. Venezia è particolarmente ricca d'architettura sociale moderna, spesso con pregevoli progetti che offrivano asilo alla classe operaia che pretendeva modi di vivere e abitare coerenti con la crescita del Paese. Anche se il P.R.G. tentò, negli anni Novanta dello scorso secolo, in nome del restauro tipologico, di distruggere tale patrimonio, assai cospicuo per numero e qualità, per la sua presunta incompatibilità con tessuto storico della città. La storia, quella vera, quella bella che fa case belle, secondo il Piano si fermava alla data della caduta della Serenissima Repubblica di Venezia, il 1797! Ciò che veniva dopo era di scarso se non di nessun valore, e cancellava la bellezza della Venezia storica. Ne erano scaturite dure lotte, anche teoriche, ma soprattutto da parte dei proprietari di tale parco edilizio, che erano poi lo stesso Comune che aveva approvato il Piano per la sua demolizione e sostituzione (con edifici nuovi ma compatibili col tessuto urbano e coll'architettura storici: chissà cosa sarebbe venuto fuori da tale curioso desiderio di ritorno al passato), l'ATER e altri enti ancora. Il Piano venne modificato e per fortuna possiamo ancora godere del patrimonio dell'architettura sociale di Venezia, che non solo è spesso bella da vedere, ma anche solida, robusta, durevole, anche se il nuovo Piano resta sospettoso nei suoi confronti, creando difficoltà nella gestione ai proprietari e agli inquilini

lini delle case un tempo dette popolari.

In quale caso, di recente, s'è proceduto alla demolizione, seppure limitata per estensione, di tale moderno patrimonio? A Genova, in occasione del catastrofico crollo d'una campata del Ponte Morandi, che ha causato 43 vittime e danni enormi alla vivibilità della città, causa l'interruzione del ponte stesso.

Gli edifici residenziali vennero demoliti non a causa del crollo, che a essi non causò danno alcuno, ma per una decisione politica che ne decretava l'abbattimento, insieme a quello dell'intero Ponte Morandi. *Ponticidio*, lo definì Enzo Siviero, del manufatto d'un maestro dell'ingegneria italiana, che lo aveva progettato e costruito, come molti altri in giro per il mondo. Inutile citarli nuovamente, dato che <<Galileo>> Anno XXX, N. 239, Luglio Agosto 2019, è così ben documentato (ne raccomanderei la lettura).

È un fatto assai grave la demolizione immotivata del Ponte, senza cercare di capire la causa del disastro, che poteva essere utilizzata per guidare l'intervento con opere di restauro e rinforzo, assai bene spiegate in alcuni dei contributi in *Galileo* prima citato. Siamo tra i maestri del restauro nel mondo e lo dimostriamo demolendo Ponte Morandi e gli edifici sottostanti, entrambi non colpevoli della mancata manutenzione? Inoltre perché non conservarne il tessuto sociale consolidato, come una delle priorità d'ogni progetto di restauro urbano ben calibrato?

Spiace infine che l'operazione sia stata affidata a un maestro dell'architettura nel mondo, Renzo Piano, che ha accettato l'incarico scordando la geniale sua invenzione di pochi anni fa, quella del rammendo urbano, che tante speranze aveva suscitato tra architetti e conservatori, e molti abitanti delle nostre periferie. Sempre in *Galileo* le critiche, ahimè ben motivate, al progetto di Piano, che non è l'attento e amorevole rammendo d'un capolavoro dell'ingegneria italiana, ma una brutale demolizione, con annessi e connessi.

Data la grande capacità progettuale di Piano, ci saremmo aspettati un elegante – ed efficace – rammendo del Ponte Morandi e una toppa ben disegnata per ciò che era crollato, non per "errore progettuale" del Maestro, come s'è scioccamente affermato, ma per colpevole negligenza e mancata manutenzione. Che fine ha fatto il "Libretto del fabbricato"? Forse il governo dovrebbe ripescarlo onde evitare nuovi dolorosi casi di Ponte Morandi. •

Giorgio Gianighian. Architetto a Venezia, 1970, ove ha insegnato dal 1973 al 2015, da esercitante a ordinario. Visiting Professor in 15 Paesi. Fellow JSPS Giappone 1997; Overseas Visiting Scholar, St John's College, Cambridge, 2013; Vice-Direttore dell'IRCAHC, Shanghai Jiaotong University dal 2013. Oltre 90 pubblicazioni in 8 lingue su storia e restauro dell'architettura, città storica, paesaggio. Principali restauri: C.S. d'Ancona; Torre dell'Orologio a Venezia; Castello Rosso di Tripoli, Libia. Consulente: Aga Khan Trust for Culture; EC; CoE; MAE-China, SACH; UNESCO, WHC; WORLD BANK; UNESCO IRAN.



Morandi un ingegno italiano

Bia Lucido

La storia dell'ingegneria italiana annovera Riccardo Morandi tra gli ingegneri impegnati attivamente nei processi costruttivi, economici, urbanistici in Italia dagli anni venti del novecento fino alla fine degli anni ottanta. Uomo centrale nella progettazione di concezioni strutturali innovative lasciò al paese un bagaglio culturale di notevole importanza, di cui rimangono a testimonianza opere divenuti simbolo di un'Italia che, attraversando il periodo delle guerre, si proiettava alla ripresa del dopoguerra e successivamente al boom economico degli anni 50-80. Il materiale impiegato per la realizzazione delle sue opere fu principalmente il cemento armato precompresso, di cui fu pioniere, superando, con determinazione e coraggio, i limiti legati al materiale in sé, utilizzandolo in maniera sempre più audace e creativa attraverso una continua interazione tra ricerca e realizzazione. Durante gli anni '60 il suo lavoro fu incentrato alla realizzazione di ponti e viadotti del sistema autostradale italiano in sviluppo in quegli anni. Partendo dallo studio funzionale delle strutture, la sua costante ricerca di sistemi ingegneristici innovativi, tra i quali il brevetto "Morandi M5", permise la realizzazione di opere importanti quali il Viadotto sul Polcevera a Genova, il Ponte General Rafael Urdaneta sul lago Macaraibo e ancora il Viadotto di Wadi al-Kuf presso Beida, Libia, lavori che si caratterizzarono sia per lo sviluppo della concezione strutturale che per essere divenuti simboli dei luoghi, in un continuo dialogo tra struttura, paesaggio e persone. La vastità dell'ingegnere Morandi è stata quella di racchiudere in sé contemporaneamente la figura di uomo, di ingegnere, di ricercatore e di artista. Il connubio tra la sua personalità e la sua capacità di sapere gestire l'opera in tutte le sue fasi, dalla progettazione alla realizzazione finale e, ciò non di meno, alla sua continua ricerca strutturale al fine di essere sempre più audace nella realizzazione di complesse strutture con luci importanti, ha permesso l'esecuzione di opere, ammirate da tutto il mondo, che rimangono tutt'oggi ad esempio del suo operato poliedrico, trasmettendo un passato ingegneristico carico di storia, cultura, consapevolezza, saper fare. Inoltre il suo operato si è proiettato oltre la realizzazione del manufatto, facendo lui stesso dei controlli sulle strutture realizzate e mostrandone le problematiche e i limiti. Di seguito si riporta un estratto tratto da *"il comportamento a lungo termine dei viadotti esposti a traffico pesante situati in ambiente aggressivo: il viadotto sul Polcevera, a Genova"*, analisi eseguita dall'ing. Morandi nel 1979:

"Penso che prima o poi, forse già tra pochi anni, sarà necessario ricorrere a un trattamento per la rimozione di ogni traccia di ruggine sui rinforzi esposti, con iniezioni di resine epossidiche dove necessario, per poi coprire tutto con elastomeri ad altissima resistenza chimica. C'è un rischio concreto di corrosione. La struttura viene aggredita da venti marini che sono canalizzati nella valle attraversata dal viadotto. Si crea così un'atmosfera, ad alta salinità che per di più, sulla sua strada prima di raggiungere la struttura, si mescola con i fumi dei camini dell'acciaieria e si satura di vapori altamente nocivi. Le superfici esterne delle strutture, ma soprattutto quelle esposte verso il mare e quindi più direttamente attaccate dai fumi acidi dei camini, iniziano a mostrare fenomeni di aggressione di origine chimica. È in atto una perdita di resistenza superficiale del calcestruzzo".



Fig. 1 - L'ingegnere Morandi con il presidente della Repubblica G. Saragat all'inaugurazione del viadotto sul Polcevera, 04.09.1967



Fig. 2 - Viadotto sul Polcevera, Genova, 1963-1967



Fig. 3 - Ponte General Rafael Urdaneta, lago di Macaraibo, 1958-1962

La decisione, avvenuta a seguito del crollo del 14 agosto 2018, di demolire totalmente il viadotto sul Polcevera, che era divenuto simbolo di Genova, dei suoi abitanti ma anche di tutta l'Italia, porta con sé il peso della memoria; nonostante oggi si stia provvedendo a ricostruire un viadotto in sostituzione, il ponte di Morandi rimarrà per sempre impresso nei luoghi, nella memoria, in un dialogo continuo tra struttura, paesaggio, persone. Oggi più che mai risulta necessario, affinché ci si proietti nel futuro con sicurezza, fare una lettura delle fonti e con coraggio, così come era lo spirito di Morandi, proseguire il lavoro che fecero i nostri padri e, in continuità con il loro operato, istituire un dialogo tra passato e presente, tra luoghi e persone, tutelando i simboli che segnano la nostra identità. •



Fig. 4 - Viadotto di Wadi al-Kuf presso Beida, Libia, 1967-1971



Fig. 5 - Rappresentazione grafica del pilone e dell'impalcato crollati il 14.08.2018



Fig. 6 - Foto della parte di viadotto non interessata dal crollo del 14.08.2018

Bia Lucido. Laureata in architettura all'Università IUAV di Venezia, nel 2005 ha effettuato uno stage sulla progettazione dei ponti dello studio Flint & Neill Partnership in Londra. Nell'anno 2008 ha lavorato presso lo studio Archea occupandosi principalmente della progettazione e costruzione della Torre delle Arti. Dal 2009 dirige lo studio di progettazione e costruzione, di cui oggi è unica titolare, che opera sul territorio dal 1972.

La complicata storia del bypass da casello a casello Genova aeroporto-Genova Ovest

Marika Cassimatis, per Base Costituzionale

Il 27 luglio 2019 ho presentato, come privata cittadina, un esposto alla Procura Regionale della Corte dei Conti della Liguria al fine di porre all'attenzione su possibili irregolarità nell'allocatione e gestione del denaro pubblico, ed eventuale danno erariale, per la realizzazione della così detta Gronda a Mare di Genova, il bypass da casello Genova Ovest a casello Genova Aeroporto. Il 7 Agosto la Procura ha aperto un fascicolo sulla vicenda.

In breve riassumo i fatti.

La strada a scorrimento veloce che collega lo svincolo stradale di S. Benigno (con uscita/accesso dell'Autostrada Genova Ovest e suo raccordo al varco portuale Etiopia) con il casello autostradale di Genova Aeroporto di Sestri ponente, passante per l'attuale Lungomare Canepa e la via Guido Rossa, ha avuto un percorso di realizzazione iniziato nel 2003. L'opera è stata suddivisa in 4 lotti e i lavori hanno subito un'ultima accelerazione dopo il 14 agosto 2018, in conseguenza del crollo del Ponte Morandi.

È notizia di questi giorni che l'ultimo lotto registrerà ulteriori ritardi e che si ipotizza la sua ultimazione nella primavera del 2022. Le fonti informative sulle quali si basa l'esposto, sono derivate da articoli dei media e da quanto è disponibile per gli atti pubblicati dai singoli enti coinvolti.

Nel 1999 la società Autostrade viene privatizzata e come risulta dagli atti pubblicati, i problemi di manutenzione del Ponte Morandi e le sue criticità erano già noti già all'epoca.

Nel 2003 la società Autostrade Atlantia chiama uno studio per valutare le criticità del ponte, in seguito al quale non ci sono state azioni di rilievo.

https://www.repubblica.it/economia/2019/06/29/news/di_mai-atlantia_nuovo_botta_e_risposta_sullo_studio_sulla_demolizione_del_ponte_morandi-229922481/?refresh_ce "Il progetto del 2003 relativo alla demolizione con esplosivi del Ponte Morandi era in realtà un semplice studio di fattibilità commissionato da SPEA circa la decostruzione del Ponte Morandi (anche per mezzo di esplosivi), studio finalizzato alla sostituzione dello stesso con un Ponte con capacità raddoppiata a 4+4 corsie sulla stessa impronta a terra, per poter servire anche il traffico della costruenda Gronda".

Nel 2006 l'architetto Calatrava presenta un progetto per il rifacimento del Ponte ma alla fine non se ne fa nulla, in quanto si temono le pesanti ripercussioni sul traffico urbano e portuale in conseguenza dalla necessaria chiusura del Ponte Morandi.

Si pensa allora di realizzare un **bypass da casello a casello**, da Genova Ovest a Genova Aeroporto, con partecipazione finanziaria del concessionario autostrade, per consentire la chiusura parziale o totale del Ponte Morandi ai fini di una radicale manutenzione, senza grandi ripercussioni sulla viabilità urbana e portuale (<http://www.percornigliano.it/infrastrutture/strada-di-scorrimento-a-mare/> Il progetto definitivo è stato approvato con atto in data 14 febbraio 2008 del Provveditore alle OO.PP., essendosi perfezionata (a seguito della conferenza di servizi ai sensi del DPR 383/94 e dell'art. 14-ter legge 241/90 come introdotto dall'art. 17, comma 6, legge 127/97, tenutasi in data 21 dicembre 2007) l'intesa Stato-Regione di cui all'art. 81 DPR 616/77.

La gara d'appalto, di rilevanza comunitaria, è stata bandita da **Sviluppo Genova SpA**, stazione appaltante su mandato di **Società Per Cornigliano**, nel luglio 2008 e aggiudicata nel marzo 2009.

L'appalto è stato aggiudicato all'ATI "Carena S.p.A. - Codelfa S.p.A. - Omba Impianti&Engineering S.p.A." che, a seguito di un mutamento dell'assetto organizzativo, è divenuta poi "Itinera SpA - Carena SpA - Omba Impianti&Engineering S.p.A."

L'importo dei lavori è di circa **70 milioni di euro**. Il finanziamento è in parte (per circa due terzi) a carico della **Società Per Cornigliano**, che utilizza i fondi previsti dall'Accordo di Programma del 2005, e in parte (per circa un terzo) a carico di ANAS, con la quale la Società Per Cornigliano ha stipulato una convenzione nel marzo 2008 relativa a tutto il complesso del nodo stradale del Polcevera.

Nel 2008 vengono lanciati gli appalti pubblici per la realizzazione del bypass a sei corsie, Genova Aeroporto/S. Benigno, **senza tuttavia la partecipazione finanziaria di Autostrade**. Il bypass, da qui in avanti definito anche come Gronda a mare, doveva essere terminato nel 2013. Sono stati chiamati, singolarmente, i municipi di area di competenza ad esprimere il loro parere.

Riassumendo, il progetto preliminare è datato **anno 2003**, il progetto definitivo (a cura di **Società per Cornigliano**, costituita il 22 febbraio 2003, e **Sviluppo Genova SpA**) viene approvato a febbraio 2008, il bando esecutivo nell'ottobre 2008, la gara di appalto aggiudicata il 4 marzo 2009, i bandi nel dicembre 2010 e la fine dei lavori prevista per dicembre 2013. L'arteria si sviluppa da Lungomare Canepa a Piazza Savio a Cornigliano, in raccordo con la viabilità ANAS di sponda sinistra del torrente Polcevera e prevede anche opere civili propedeutiche alla realizzazione del terzo binario ferroviario della linea Genova-Ventimiglia (1.7 km). La strada a 4 corsie, due per senso di marcia, vede coinvolti i seguenti soggetti: Comune di Genova, Autorità Portuale, Regione Liguria, Sviluppo Genova, Società per Cornigliano.

Il finanziamento è per 2/3 a carico di Società per Cornigliano con fondi ministeriali e per 1/3 a carico di ANAS per un totale, al 2008, di 102,2 milioni di euro. L'opera viene divisa in 4 lotti

Primo Lotto: Via Guido Rossa viene pagata con i finanziamenti precedentemente destinati al Consorzio di bonifica di Cornigliano (costi che ammontano a circa 74 milioni come riportato da fonti giornalistiche, che la Corte dei Conti regionale dovrà verificare)

Secondo Lotto: raccordo aeroporto/Guido Rossa, i cui costi (sempre da verificare) ammonterebbero a circa 18 milioni, pagati da ANAS.

Terzo Lotto: lungomare Canepa a sei corsie, per importo da 44 milioni, (da verificare), pagati da ANAS. <http://www.percornigliano.it/infrastrutture/lungomare-canepa/>

Quarto Lotto: raccordo di Lungomare Canepa all'elicoidale S.Benigno, 29 milioni, (da verificare), pagati da Anas e Autorità Portuale e **per la prima volta**, a quanto risulta, con partecipazione di Autostrade per l'Italia. L'opera nel 2018 subisce uno stop per modifiche al progetto e si prevede la sua ultimazione

nel 2022. <https://telenord.it/nodo-di-san-benigno-il-progetto-cambia-ancora-la-consegna-slitte-al-2022/?fbclid=IwAR1Zk7-rgUUPcE2ECV3xJAm5Y-GRdeT-IH2Yujl0f9Jef-H4rV9ZDgUWWbc>

L'importo complessivo dell'opera (lotti 1+2+3+4) sembra raggiungere e superare 200 milioni di euro. In totale il bypass misura 3,7 km che si traduce in un presunto costo chilometrico superiore ai 50 milioni di euro. Comparando questa cifra con i costi di altre opere equivalenti, che si aggirano intorno ad una media di 8-10 milioni di euro a chilometro, l'importo appare particolarmente elevato.

Ad oggi, il **bypass casello/casello** ha tutte le apparenze di un raccordo autostradale e, se si trattasse a tutti gli effetti di un raccordo autostradale, non rispetterebbe le distanze minime dalle abitazioni prescritte di legge. In effetti, secondo la definizione di autostrada fornita da ACI, troviamo questo recitato che descrive con precisione le caratteristiche del bypass in oggetto "A - Autostrada: strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso e di accessi privati, dotata di recinzione e di sistemi di assistenza all'utente lungo l'intero tracciato, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore e contraddistinta da appositi segnali di inizio e fine.

Già nel 2008 il bypass risultava essenziale in funzione della chiusura totale o parziale del Ponte Morandi per suo rifacimento o semplice manutenzione straordinaria. Tale programmazione in effetti prevedeva l'avvio nei primi mesi del secondo semestre 2018 (purtroppo il crollo del Ponte Morandi è avvenuto prima). L'opera, quantomeno per i lotti 1,2,3, non ha visto la partecipazione finanziaria della società privata Atlantia, ma è stata finanziata da soldi pubblici, soldi dei cittadini genovesi e degli italiani.

La denominazione di strada urbana a scorrimento veloce, che di fatto si concretizza come un bypass autostradale A7-A10-A12 a sei corsie senza accessi in itinere alla viabilità ordinaria dei quartieri attraversati, Sampierdarena e Cornigliano, e la frammentazione in lotti distinti dell'opera, può aver distratto dalla finalità ultima di tale arteria.

Il **bypass a mare**, appare nei fatti un raccordo autostradale realizzato a vantaggio del gestore autostradale senza il quale, a seguito del fortuito crollo del Ponte Morandi, oggi il gestore stesso non potrebbe garantire il servizio di collegamento est/ovest litoraneo ligure con i raccordi Genova Torino e Genova Milano e incassare i relativi pedaggi.

La realizzazione dell'opera inoltre, come già ricordato, era stata progettata in quanto propedeutica alla successiva chiusura del Ponte Morandi, come indicato da dichiarazioni dello stesso gestore, oltre che da diversi articoli apparsi sulla stampa locale nel 2008 e da una recente intervista rilasciata il 27 maggio 2019 dall'allora sindaco di Genova Marta Vincenzi, intervista rilasciata all'emittente Primo Canale oggi disponibile negli archivi della stessa.

Ci sono molte testimonianze e indicatori che individuano l'opera come funzionale al piano di sviluppo

previsto da Atlantia.

La **gronda a mare** che doveva essere terminata, secondo i progetti iniziali, nel 2013, ha subito diversi ritardi. Probabilmente, si fossero rispettati i tempi, già nel 2013 si sarebbe potuto chiudere il Ponte Morandi, per manutenzione, senza incidere pesantemente sul traffico urbano e portuale, si sarebbe evitata la morte vittime innocenti e il grave disagio che oggi sta vivendo tutto il ponente genovese a seguito del crollo del 14 agosto 2018.

Il fatto che interessa l'esposto ruota attorno alla domanda: **come mai** il gestore autostradale **Atlantia** non ha partecipato, per tutti i lotti, al finanziamento all'opera globale che appare invece a tutti gli effetti, funzionale e essenziale per il gestore stesso? **Si può ravvisare un danno erariale non essendoci stata partecipazione finanziaria ed economica del gestore privato alla realizzazione dei primi tre lotti della così detta Gronda a Mare?**

Si fa anche notare la stranezza relativa alla realizzazione, sempre con fondi pubblici, di una pista ciclabile, a lato della strada a scorrimento veloce, tuttora chiusa e mai utilizzata, forse perché non possiede le caratteristiche di sicurezza utili ad un collaudo. Una pista ciclabile che si trova a fianco ad una strada ad alta capacità a sei corsie: il tracciato parte dalla stazione ferroviaria di Cornigliano e termina, ad oggi, a ridosso della Villa Bombirini, in un non luogo essendoci nei pressi un cantiere discarica per smarino amiantifero. Ad oggi comunque si tratta di un'opera incompiuta che forse, nell'idea di chi l'ha progettata, dovrebbe compensare Cornigliano per la realizzazione del bypass e la mancata riqualificazione a mare del quartiere stesso.

Fiduciosi per il buon operare della Procura, si attende il risultato dell'indagine. •

Mitigazione del disagio creato dal cantiere del Ponte Morandi in Valpolcevera, Genova

Marika Cassimatis, per Progetto Genova

La Valpolcevera è una delle due valli che, con asse Nord Sud, attraversa il Comune di Genova. Si trova nell'area di ponente ed è gravata da diverse servitù industriali tra le quali oleodotti, aeree logistiche del Porto di Genova, viabilità ferroviaria e autostradale, aree di stoccaggio di materiale di scavo delle opere propedeutiche alla realizzazione del Terzo Valico. Il torrente Polcevera è soggetto ad esondazione in corrispondenza degli eventi meteorici di maggiore intensità, ultimo dei quali risalente al 2014.

Fino al 14 agosto 2018 la parte meridionale della Valle era attraversata dal Ponte Morandi, il crollo dell'infrastruttura autostradale ha drammaticamente segnato il territorio, ad oggi interessato dal pesante disagio conseguente alle attività di demolizione della vecchia infrastruttura e a quelle del cantiere della ricostruzione del nuovo ponte.

Si tratta di un'area densamente abitata, 110.000 abitanti distribuiti su 165 chilometri quadrati. La popolazione incontra grosse difficoltà nei collegamenti verso il levante e il ponente genovese e nei collegamenti tra la parte alta e bassa della Valle. Si tratta anche di un'area nevralgica per la viabilità urbana ed extra urbana, in quanto a ridosso del versante che delimita la riva sinistra del torrente Polcevera si trova il casello autostradale della A/7Genova Ovest e a quello che delimita la riva destra, il casello autostradale della A10 Genova Aeroporto.

Genova ha un passato industriale che risale alla seconda metà dell'800, la connessione tra aree costiere ed entroterra è sempre stata importante e mano a mano che la città è cresciuta e si sono sviluppate le industrie, la viabilità ha cercato sempre nuove soluzioni che hanno dovuto tenere conto della complessa orografia del territorio e della acclività dei versanti sul mare. Esistono oggi diverse linee ferroviarie dismesse che attraversano la città, per uno sviluppo di circa 30 km, molti dei quali in galleria.

Uno di questi assi risale la Valpolcevera sulla sponda sinistra e collega il quartiere di Pontedecimo, a Nord del Cantiere Morandi, quindi raggiunge i quartieri di Certosa e di Sampierdarena, per arrivare a ridosso del Porto Antico di Genova, in prossimità delle uscite della Metropolitana Dinegro e Darsena. Si tratta di una vecchia linea ferroviaria merci che ha servito il porto fino al 2002, anno della sua dismissione.

Il fondo è privo di binari, (Fig.1) ci sono due gallerie lungo il tracciato che attraversano il sottosuolo le zone del Campasso e di Sampierdarena in corrispondenza di via Cantore fino a S.Benigno (Fig. 2) e sono state recentemente mantenute e ripristinate perché RFI pensa di utilizzarle come ultimo miglio del tracciato del Terzo Valico, il cui cantiere comunque deve ancora partire. L'opera richiede almeno una decina di anni di lavori per essere ultimata. Gli interventi di ripristino delle gallerie da parte di RFI, per permettere il passaggio dei container high cube, hanno subito delle interruzioni in quando la linea si trova in area litoranea costituita da riempimenti artificiali, infiltrata da acque marine e da falde sotterranee. In attesa che arrivino i treni del Terzo Valico, abbiamo pensato ad un uso temporaneo di questo tracciato a servizio della cittadinanza.



Fig. 1 - Tracciato della linea dismessa a ridosso dell'Istituto Fermi di Sampierdarena. In fondo l'inizio della Galleria indicata in mappa con il numero 5. (Per gentile concessione del Gruppo speleologico Il sottosuolo di Genova)



Fig. 2 - La Galleria indicata nella mappa con il numero 5. (Per gentile concessione del Gruppo speleologico Il sottosuolo di Genova)

L'associazione culturale Progetto Genova ha proposto all'assessorato competente del Comune di Genova, di utilizzare questo tracciato per una viabilità pubblica su gomma, per mitigare il disagio dei collegamenti delle aree interessate dal cantiere del Morandi. Un'utilizzo temporaneo, finalizzato a superare l'emergenza creata dal cantiere e ad evitare nei prossimi anni la desertificazione del territorio e del suo tessuto commerciale.

L'urgenza dell'intervento emerge anche solo guardando il calo delle iscrizioni scolastiche nelle classi prime degli istituti secondari superiori del Ponente genovese, un calo che va dal 20 al 30% rispetto all'anno passato. Molti studenti dell'alta Valpolcevera infatti si sono rivolti alle scuole del basso Piemonte perché più accessibili delle scuole di Sestri Ponente e Sampierdarena, oppure direttamente alle scuole del centro città collegate dalla metro Brin- Stazione Brignole.

Si tratta della punta dell'iceberg, l'avvio della desertificazione di interi quartieri.

La linea è lunga circa 6 chilometri, da Pontedecimo a Limbania Darsena (foto 3).

Progetto Genova ha chiesto alla amministrazione della città e a RFI di valutare attraverso una perizia tecnica la possibilità di asfaltare il fondo del tracciato e realizzare le opere necessarie alla sicurezza per far circolare dei bus elettrici, a servizio degli studenti che devono raggiungere i poli scolastici, e dei cittadini per collegare agevolmente l'alta e la bassa valle con l'ospedale Villa Scassi.

Di fatto esistono già delle uscite in corrispondenza del polo scolastico di Sampierdarena Fermi e della zona commerciale di Via Fillak- Rollando-Cantore. Per la realizzazione del servizio è certamente necessario una collaborazione e unione di intenti tra Comune di Genova e RFI che Progetto Genova auspica si concretizzi rapidamente.

L'uso di questa linea permetterebbe infine di ridurre l'utilizzo di automobili private sulle strade congestionate dal traffico che vengono spesso chiuse e riaperte per le esigenze del cantiere. •

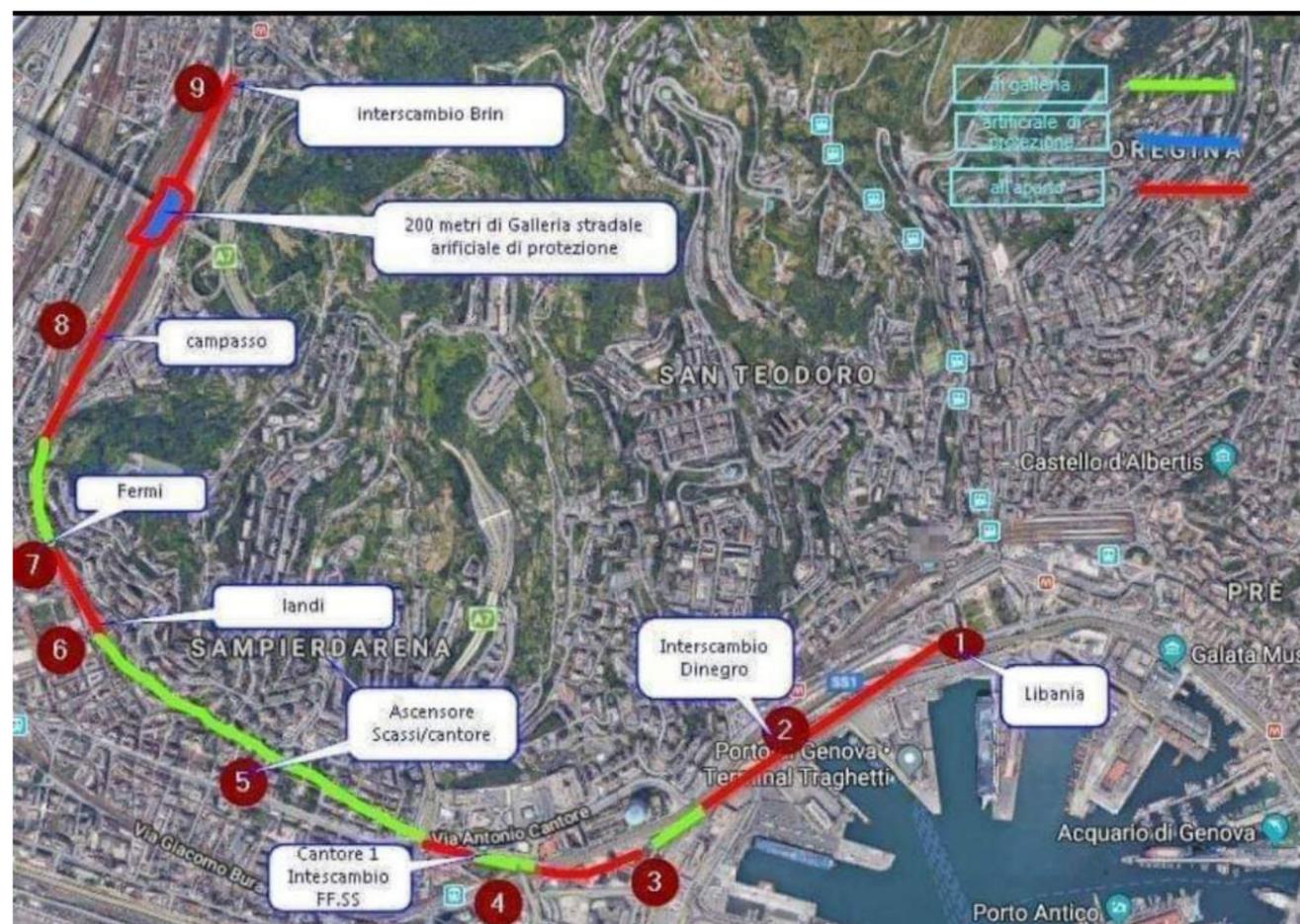
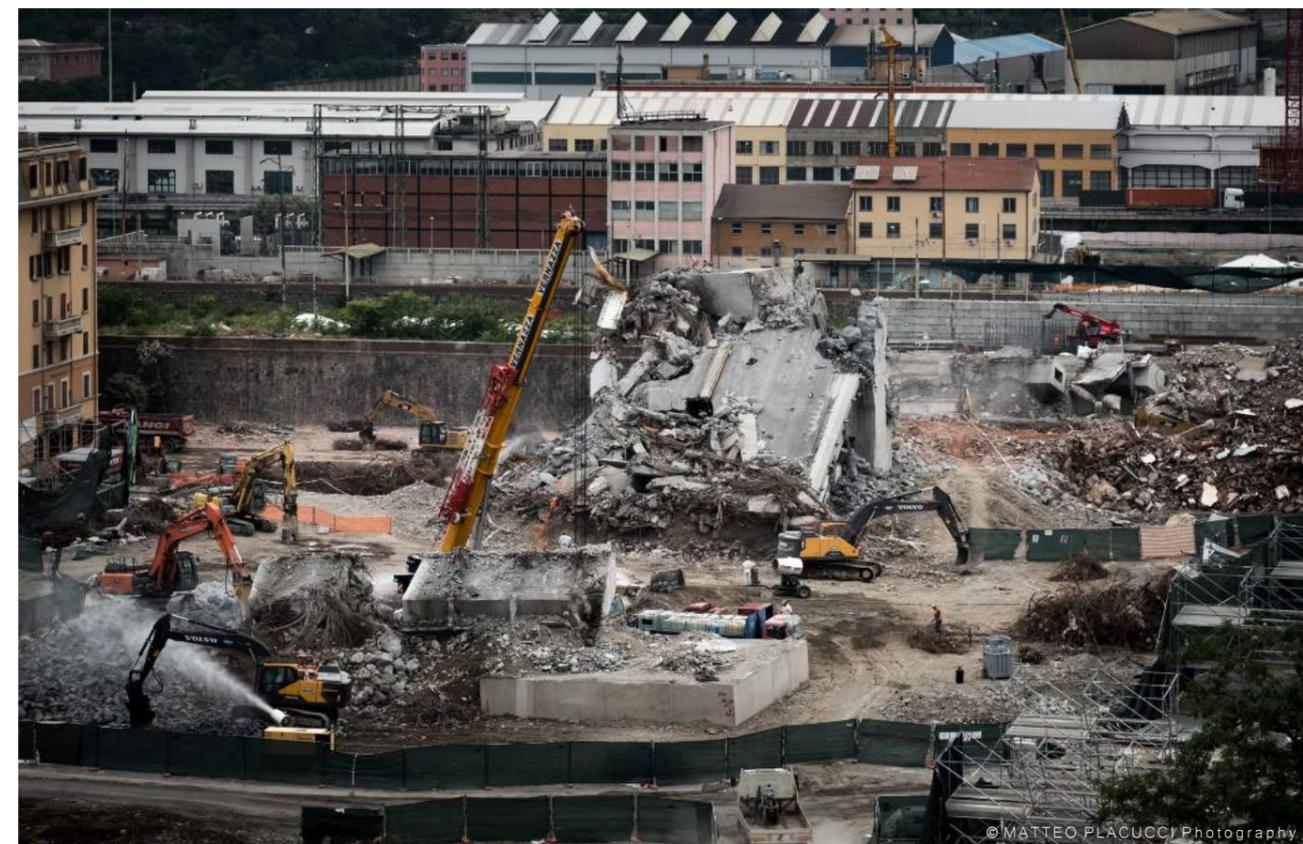


Fig. 3 - Foto 3 Mappa del tracciato nel tratto Brin-Limbania. In verde sono evidenziati i tratti in galleria, in rosso il tracciato a cielo aperto. (Elaborazione grafica dell'ing. Stefano Fasoli, gentile concessione)



Marika Cassimatis. Insegnante di geografia economica, laureata in Scienze Politiche e in Geografia, Dottorato di ricerca in Scienze geografiche cartografiche ed ambientali.

Il "Ponte Morandi" Alfa o Omega di un territorio?

Massimo A. Chiocca

ASPETTI GIURIDICI E DEONTOLOGICI -



§1 - Chi ha il compito di parlare per ultimo, o dice tutto o dice niente. Il tutto, rischia di offendere, obliquamente, gli altri relatori; il niente, è il non-esserci. Quindi, perché la mia presenza, come avvocato, o come giurista, possa avere un senso - una "ragion pratica" in questa riunione di "cittadini liberi" - direi di partire con una curiosità; quella che è una circostanza curiosa ma significativa. Per me almeno.

§2 - Mi sono imbattuto, in questi giorni, in un "reportage" a stampa del 1625, che riguarda i "polceveraschi".

"Terra di Nove recuperata da li Polceveraschi et altri loro gloriosi progressi".

Direi di partire da qui, per far emergere certe similitudini con l'oggi.

Dunque, nel 1625 il Duca di Savoia, Principe di Piemonte e Conte d'Aosta, Carlo Emanuele I di Savoia, detto "Testa di Fuoco" per la sua vocazione militare, "voleva aprirsi una breccia verso il mare" contro la volontà della Repubblica di Genova; non tanto per "amor di libertà", quanto per il fatto che Genova era nella sostanza un "protettorato spagnolo", e si barcamenava tra la Corona di Spagna e quella di Francia, della quale il Duca di Savoia era alleato organico.

Il Duca, esasperato da questo languido compromesso, decide di marciare su Genova coadiuvato dal connestabile di Francia François de Bonne de Lesdiguières. Attraversato il Monferrato, appartenente al neutrale Duca di Mantova, vengono occupate Novi, Gavi e Voltaggio; Acqui, Cremolino e Ovada, sino a Rossiglione. La sorte di Genova sembra segnata. Ma alcune navi spagnole giungono nelle acque liguri; scoppiano inoltre contrasti tra i comandanti francesi e sabaudi; tutto ciò "arresta una marcia altrimenti vittoriosa". E noi parleremmo piemontese.

La Repubblica genovese, per non apparire da meno, si affida alla propaganda. Ecco l'origine del reportage. Buona materia la offrono, appunto, i polceveraschi, "truppe irregolari e raccogliatrici", artefici di una guerriglia nell'Oltregiogo eccezionale, che culmina con la riconquista di Novi e l'arresa del governatore M. De La Grange per "opera di una banda di villani".

Ma per la Repubblica anche quell'azione aveva almeno un inconveniente: metteva in luce una concordia plebea agguerrita, in contrasto con un "regime oligarchico", rappresentato e legittimato da poche famiglie, che teneva "in scarso e disprezzato conto" quelle fasce di "popolazione suddita". De Ferrari, Doria, Durazzo, Giustiniani, Grimaldi, Lomellini, Pallavicini, Sauli, Spinola; con attitudine allo sfruttamento delle "rendite di posizione" e con in mano il 90% del PIL - come si dice oggi.

§3- Dunque, che grandezza, che pregnanza di significato in queste due parole: essere "cittadini" ed essere "liberi"; parole che tuttavia esigono, perché non siano vacua forma, di una dimensione reale.

La democrazia - dice Hans Kelsen - non è una forma di governo; è un metodo di esercizio del potere, esattamente come

l'oligarchia. Ma la democrazia ha anch'essa connotati oligarchici: perché "fare le leggi" - ed orientare mediante le leggi "l'umano agire" - è compito di pochi rappresentanti. Anche se - afferma la Costituzione Italiana - senza vincolo di mandato, rappresentando la Nazione (art. 67 Cost.).

Che siano molti o pochi, il principio che regge la decisione è comunque quello di maggioranza, che non è un metodo giuridico, ma una formula politica. Di per sé, la democrazia non garantisce che i poteri pubblici siano perfettamente sotto controllo. Se le idee minoritarie sono contrastate ed il dibattito è silenziato, abbiamo, come nella storia è già accaduto, una dittatura democratica.

§4 - Sicuramente però nella democrazia parlamentare avviene una "rappresentazione".

Rappresentare significa rendere visibile all'esterno, mediante un soggetto presente alla discussione - il rappresentante appunto - ciò che si è dibattuto in aula. Sedute, intese, decisioni segrete non hanno alcun carattere rappresentativo. Parimenti un linguaggio esoterico non si addice ad un'assemblea di rappresentanti. Chi è responsabile della cosa pubblica deve farsi capire perfettamente.

Dunque, più il potere è assoluto, meno si mette in mostra. Ma non è detto che il potere democratico sia sempre controllabile.

§5 - Via via ci stiamo avvicinando all'argomento della trasparenza dell'azione amministrativa. Sul quale dovrei interloquire. Prima fatemi però dire che mi ha impressionato la relazione del Prof. Petrillo: sul necessario, anzi doveroso, cambio di rotta non solo della Val Polcevera e sul fatto che il cataclisma del "Morandi" sia da considerare una sorta di "redde rationem".

Anche il "Che Fare?" di leniniana memoria, ora esige una risposta.

È indubbio che Genova, con le sue politiche dei "veti incrociati", eredità nefasta di una suddivisione del potere di matrice familiare (o piuttosto di una comunione?), non abbia saputo adattarsi ai mutamenti: da una dimensione commerciale siamo passati, senza alcuna vocazione, ad una di tipo industriale e poi ad un tratto ci siamo trovati solo le vestigia di quest'ultima, senza più chances di essere ancora i protagonisti dei traffici. Per non parlare di quella interpretazione, tutta genovese, della Große Koalition tedesca: la grande spartizione sociale: il mercato del lavoro privato, operaistico, al PCI ed il mercato del lavoro pubblico, piccolo-borghese, alla DC. Tutto ciò è letteralmente preistoria politica.

Gli opifici della Fiumara sono stati trasformati da

industriali a commerciali. Ma dalla “produzione di massa” siamo passati al “consumo di massa”. E da produttori a semplici consumatori.

Direi che Genova è rimasta alla “lex mercatoria”, mentre il resto del mondo gravita – e da tempo – sulla “commercial law”.

È cambiata la tecnologia, ma sembra quasi che Genova non se ne sia accorta. Nonostante la presenza dell’I.I.T. e il genio indubbio del suo Direttore.

Eppure in termini di “inventiva”, i genovesi non sono mai stati ultimi a nessuno.

Si parla di s-materializzazione della carta attraverso l’uso del bit-informatico; ma non dimentichiamo che la prima smaterializzazione in particolare di ciò che aveva un “valore reale” è stata un’idea dei commercianti di Genova: la lettera di cambio o cambiale, un documento rappresentativo di un bene, una moneta aurifera, facilmente trasportabile ed occultabile. Ed anche trasferibile, mediante “girata”.

Per non parlare della “partita doppia”.

La contabilità dei massari della “compagna comunis” genovese, ossia del Comune di Genova ai suoi primordi - registri contabili dove le annotazioni degli importi sono in numero romano – rappresenta la testimonianza più antica di applicazione del metodo della partita doppia. Siamo nel 1340.

Fra il XIII e il XIV secolo si afferma la figura del mercante-banchiere, detentore di un capitale mobile. Nascono le prime compagnie commerciali e le prime assicurazioni. Si fa strada, attraverso il diritto comune, un diritto commerciale, con i suoi giudici specializzati. Nella legislazione genovese del XV secolo è costantemente presente il collegamento tra l’istituto fallimentare e l’esercizio della professione bancaria.

§6 - Sono solo memorie del sottosuolo? È, questa, una forma di auto-umiliazione?

I fattori del “Fallimento Genova”, nelle esplicazioni tradizionali, si rinvengono nelle irresponsabilità di politici e governanti; nell’incapacità gestionale di territorio ed infrastrutture insieme; e, non ultimo, nella cultura, miope e grifagna.

I mutamenti sembrano quasi una minaccia per i genovesi.

Tali fattori sono però insufficienti a spiegare il fenomeno. Esistono infatti città e regioni che, pur con magagne simili, presentano rilevanti differenze di reddito e qualità della vita. In melius.

Prosperità e povertà dipendono dalla qualità delle istituzioni politiche ed economiche, le quali possono essere inclusive o estrattive. Le istituzioni inclusive favoriscono il coinvolgimento della maggioranza dei cittadini e, pertanto, con la crescita economica, favoriscono anche lo sviluppo umano e civile. Quelle estrattive sono finalizzate a estrarre rendite, a beneficio di una minoranza di privilegiati.

Dunque, non sono i genovesi a frenare ogni innovazione, ma una loro “elite dominante”.

Oggi Genova fallisce, e con essa i genovesi, perché le sue istituzioni non hanno mai creato incentivi, di cui la popolazione, e la borghesia produt-

tiva in particolare, aveva e ha bisogno, per risparmiare ed investire. E così distruggere e creare nel contempo.

La risposta al Che fare ? - a mio sommesso avviso – è tutta già nell’analisi.

§7 - Veniamo dunque alla “trasparenza” – che, come ho detto, è un valore portante dell’agire amministrativo.

L’Autorità Amministrativa, al servizio della Nazione (art. 98 Cost.), è espressamente “visibile” solo dal 2005.

Con la legge n. 15 del 2005 è stato riformulato l’art. 1 della “Legge sul procedimento amministrativo” e, accanto al “criterio della pubblicità”, è stato introdotto il “criterio della trasparenza”, tra i principi fondamentali dell’attività amministrativa.

L’art. 1 recita: L’ATTIVITÀ AMMINISTRATIVA PERSEGUE I FINI DETERMINATI DALLA LEGGE ED È RETTA DA CRITERI DI ECONOMICITÀ, DI EFFICACIA, DI IMPARZIALITÀ, DI PUBBLICITÀ E DI TRASPARENZA SECONDO LE MODALITÀ PREVISTE DALLA PRESENTE LEGGE E DALLE ALTRE DISPOSIZIONI CHE DISCIPLINANO SINGOLI PROCEDIMENTI, NONCHÉ DAI PRINCIPI DELL’ORDINAMENTO COMUNITARIO.

Anche il decreto legislativo n. 150/2009 prevede che l’Amministrazione sia uno strumento “a servizio della comunità” e non sia, piuttosto, espressione di un potere sovraordinato, e che l’Amministrazione rinverga nella comunità la “fonte legittimante della propria autorità”.

Dunque, solo un’azione amministrativa “trasparente”, nelle sue modalità operative, è in grado di far sì che il controllo sull’azione medesima, abbia piena esplicazione, nel rispetto, sempre, del principio del buon andamento ed imparzialità.

La “trasparenza” presenta due connotati : uno soggettivo ed uno oggettivo.

(A) È criterio di condotta valevole per tutte le amministrazioni: per tutti i soggetti chiamati all’esercizio del potere pubblico ed anche per i soggetti privati chiamati all’espletamento di attività di interesse pubblico, come i concessionari di servizi pubblici.

(B) È criterio interpretativo generale – valido per ogni tipo di attività della P.A. - condizionante la giusta sequenza procedimentale e le sue modalità esplicative.

§8 - Risultati emblematici della “forza espansiva” del principio di trasparenza si sono avuti sul versante del “diritto di accesso agli atti e ai documenti amministrativi”.

Il diritto di accesso è espressamente previsto - dall’art. 22 della Legge sul Procedimento Amministrativo - in favore degli “interessati” : a tutti i soggetti privati, compresi quelli portatori di interessi pubblici o diffusi, che abbiano un interesse diretto, concreto e attuale, corrispondente ad una situazione giuridicamente tutelata e collegata al documento per il quale è chiesto l’accesso.

Una particolare ampiezza al diritto di accesso è stata ammessa allorché la richiesta di ostensione sia stata proposta per tutelare “interessi collettivi”, collegati alla efficienza e sicurezza di servizi pubblici.

Dunque, tale diritto ha la sua “ratio”, oltre che nella finalità di tutela anticipata individuale, anche in quella di controllo sulla trasparenza e sull’imparzialità dell’azione amministrativa.

§9 - Veniamo all’istituto della “PARTECIPAZIONE”.

Ai sensi dell’art. 9 della L.P.A. “qualunque soggetto, portatore di interessi pubblici o privati, nonché i portatori di interessi diffusi costituiti in associazioni o comitati, cui possa derivare un pregiudizio dal provvedimento, hanno facoltà di intervenire nel procedimento amministrativo”.

Ai sensi del successivo art. 10: i soggetti di cui all’art. 7 (vale a dire i soggetti nei cui confronti il provvedimento finale è destinato a produrre effetti diretti e quelli che, per legge, debbono intervenire nel procedimento), e i soggetti effettivamente intervenuti, hanno diritto:

a. di prendere visione degli atti del procedimento; b. di presentare memorie scritte e documenti, che l’amministrazione ha l’obbligo di valutare.

La partecipazione del privato, quindi, è un “istituto di regolamentazione dell’azione del pubblico potere” - che deve essere ad un tempo imparziale ed efficace - allo scopo di favorirne il più diffuso controllo.

Concludo: la trasparenza dei “processi decisionali” costituisce un mezzo qualificante la così detta “democrazia partecipativa”. Un insieme di regole, procedure e prassi volte ad incrementare la partecipazione del cittadino e la sua fiducia nei confronti della P.A.

§10 - Un’ultima notazione. Il “Ponte di Genova” è crollato, un po’ come tutta la città, per incuria.

Due sono le norme fondamentali che “inchiodano” Autostrade: l’art. 2051 cod. civ., che prevede che il custode sia responsabile del danno cagionato dalle cose che ha in custodia, salvo che non provi il caso fortuito, e l’art. 3, comma 1, lett. b) della concessione con lo Stato, in base alla quale il concessionario DEVE provvedere al “mantenimento della funzionalità delle infrastrutture” oggetto di concessione.

“Funzionalità delle strutture”? Non scherziamo.

Ha voglia la Cassazione di dire che il gestore e/o l’ente proprietario di una strada aperta al pubblico transito è tenuto a far sì che non presenti situazioni di pericolo. Autostrade non deve provare di aver fatto tutto il possibile per evitare il danno, ma che l’evento non poteva né prevedersi né evitarsi, per un fatto eccezionale.

Forse il concorso di colpa delle vittime?

Oggi il Ponte Morandi è, nel mondo, il “modello Genova”.

Deve essere ricordato? •

Massimo Chiocca. Genovese, svolge la professione di avvocato da 30. È laureato anche in Scienze Politiche. Ha frequentato un master in Diritto Internazionale presso la Corte Internazionale dell’Aja. È iscritto in vari albi di categorie ed istituzioni quale arbitro. Ha collaborato con l’Istituto di D.P.C. dell’Università di Genova. Legge e scrive in francese ed inglese. Ha in attivo circa 50 lavori di cultura giuridica, politica e società, tra interventi scritti ed articoli.

La costruzione e la distruzione. Il giudice e il sapere scientifico

Maria Beatrice Magro

L' intervento del penalista, aimè, è sempre legato alla patologia, alla catastrofe o al disastro.

Perciò l'esperienza umana, sociale e artistica della realizzazione di grandi opere architettoniche coinvolge lo studioso o il pratico penalista solo sotto il profilo delle anomalie, del suo lato oscuro. Lo sguardo attento del penalista concerne tutte le fasi che segnano la realizzazione dell'opera, da quelle antecedenti, concernenti la progettazione e individuazione dei soggetti privati appaltanti, che quelle della costruzione, cioè della realizzazione dei lavori, fino a quella eventuale e scongiurata, della distruzione, del crollo o del disastro.

Le esigenze di trasparenza e correttezza nell'assegnazione degli appalti, della prevenzione e repressione del fenomeno corruttivo, del riciclaggio, della criminalità organizzata (d'impresa o no), della tutela dell'ambiente, sono corredate da un bell'armamentario di norme sanzionatorie penali che accompagnano tutta la fase propeudica dell'ideazione, progettazione, assegnazione dell'appalto, dei rapporti con la Pubblica Amministrazione. Durante la realizzazione dell'opera in senso stretto, subentrano anche le esigenze di tutela dei lavoratori e dei terzi nei luoghi di lavoro. In questa particolare fase l'intervento del diritto penale è percepito quasi come disfunzionale rispetto all'agile speditezza o spregiudicatezza dell'agire economico.

Ma certamente l'impatto del diritto penale è assai più forte e dirompente non nella fase della costruzione, ma in quella in cui si verifica la distruzione, la catastrofe, naturale o no che sia. Qui il penalista riacquista tutta la sua severità e compostezza del giudice che a ritroso, come uno storico, indaga, ripercorre le vicende umane e quelle naturali, tra sapere scientifico nella ricerca di cause e concause, e miserie umane fatte di negligenze, disattenzioni, pressappochismo, se non addirittura di volontà criminale.

Un *disastro* è un evento episodico ben scandito cronologicamente, le cui cause tuttavia si snodano causalmente nel tempo abbracciando tutte quelle fasi poc'anzi citate, quale risultato di una sommatoria di fattori convergenti che hanno fatto sì che l'opera si sia allontanata dagli standards di diligenza nella fase della progettazione o della esecuzione o persino in quella della manutenzione. Il disastro è il frutto di una casuale convergenza di fattori diversi che sinergicamente producono un effetto esponenziale, che, nel loro sommarsi, producono un effetto

moltiplicatore che scaturisce nell'evento. Le errate scelte di progettazione, di esecuzione, nella manutenzione, nella comunicazione e gestione del rischio, di per sé spesso non in grado di produrre causalmente da sole quell'evento, così come si è determinato, di per sé non sono falle, ma sommate l'una all'altra, sovrapponendosi l'una all'altra, possono produrre un evento catastrofico.

Lo studioso americano Reason è il primo a teorizzare in maniera strutturata la gestione del rischio, formulando la famosa teoria del *formaggio svizzero*. Secondo l'autore infatti è fondamentale un approccio sistemico, metaforicamente rappresentato dal formaggio i cui buchi rappresentano le carenze latenti nel sistema, che quando si allineano, determinano l'evento catastrofico o dannoso. Il crollo del ponte Morandi, dopo appena 50 anni dalla sua inaugurazione, che ha causato la morte di 43 persone, è così divenuto un simbolo estremo di questo groviglio in cui fattori umani e fattori tecnici, leggi della fisica e comportamenti umani si intrecciano indissolubilmente nella ricerca della *verità processuale*. La domanda sorge ineluttabile: Cos'è la verità? Esistono fatti o solo interpretazioni? Anche ammettendo che abbia senso parlare di verità in generale, ha senso parlarne nel diritto e nel processo penale? La verità è mera coerenza logica-narrativa, "semplice" corrispondenza tra le preposizioni relative ai fatti e la realtà empirica di essi, oppure la verità è corrispondenza tra una proposizione più o meno complessa e la realtà descritta dalla prima o la verità di una preposizione stabilisce solo una relazione semantica e linguistica che prescinde da un'effettiva corrispondenza tra linguaggio e mondo?

Se, da un lato, non mancano teorie che risolvono la questione in senso negativo, ritenendo che la verità storica sia irraggiungibile e che la legge e il processo non abbiano alcuna funzione cognitiva, dall'altro dobbiamo ritenere che una controversia giuridica sia risolta "*se e solo se*" si è accertata la verità della proposizione che descrive il fatto: la verità ha un ruolo preponderante nel processo, se si ritiene, come pare plausibile, che il fine ultimo del diritto sia la giustizia e che scopo intermedio del processo sia l'accertamento della verità. L'accertamento della verità del fatto che si qualifica come giuridicamente rilevante è dunque condizione necessaria per una corretta applicazione della norma nel caso concreto. Per ciò, una decisione che rinunci teoricamente a fondarsi su un accertamento veridico dei fatti, che commini sanzioni che incidono su diritti fondamentali dell'uomo, mettendo in conto *a priori* una corrispondenza artificiosa degli esiti procedurali alla verità sostanziale, sarebbe destinata a snaturarsi.

In questo arduo compito, occorre distinguere il ruolo del giudice e il ruolo del perito- consulente tecnico, attraverso il quale il sapere scientifico entra nel processo. Spetta al perito, consulente esperto, fornire al giudice quel sapere scientifico che spieghi *ex post* ciò che è accaduto. Spetta al giudice individuare il passaggio di consegne di

"garanti" (nel gergo penalistico: di soggetti responsabili obbligati ad attivarsi per impedire l'evento dannoso), individuando l'errore umano (nessuno ipotizza una volontà) nella progettazione, nell'esecuzione, nella manutenzione, nel monitoraggio dei rischi, nella comunicazione del rischio, nella delimitazione del rischio. Per ciascuna di queste "posizioni" occorrerà scandagliare poteri, ruoli, conoscenze e saperi, per poter muovere quel rimprovero: di colpevolezza che è alla base della responsabilità penale ex art. 27 Cost.: "*potevi prevedere e non hai previsto*"; "*potevi prevenire e non hai impedito*".

La differenza tra oggetto di prova scientifica e valutazione normativa delle sue risultanze distingue, a livello epistemologico, tra il piano dell'accertamento della *verità processuale* e quello della valutazione della *verità scientifica*. L'accertamento della *verità processuale* è compito di esclusiva pertinenza del magistrato che, attraverso l'acquisizione delle prove (interrogatori, sopralluoghi, testimonianze, perizie, ammissioni, riscontri obiettivi, ecc.), si prefigge lo scopo di ricostruire il fatto-reato in tutti i suoi momenti costitutivi e di attribuire le singole, specifiche, chiare responsabilità individuali. La *valutazione della verità clinica* è frutto di un'indagine tecnico-scientifica. Ma ruolo del giudice è anche quello di valutare l'ammissibilità e la fondatezza degli asserti scientifici introdotti dagli esperti; in quanto *peritus peritorum*, al giudice spetta il compito di valutare in che misura il sapere scientifico apportato dal consulente -perito possa fornire concrete e attendibili informazioni a sostegno dell'argomentazione probatoria inerente al caso di specie.

Il *giudice-custode del sapere scientifico* è l'unico che assicura un accertamento adeguato della verità, nonché il rispetto della *ratio* di garanzia dei principi di determinatezza e di tassatività. Egli scruta e, se del caso, reperisce le informazioni rese da un esperto in giudizio sotto la *sorveglianza* di altri esperti. Quanto più la prova è «scientifica», tanto più il giudice ha il dovere di controllarne l'affidabilità attraverso la verifica della correttezza dell'osservazione, dell'interpretazione, e in generale della metodologia assunta, con riferimento ai protocolli di accertamento convalidati dalla comunità scientifica internazionale, e ciò soprattutto qualora tale sapere non sia consolidato.

Il giudice, deputato al controllo giudiziale della affidabilità della scienza forense, è chiamato a farsi partecipe dell'evoluzione scientifica non rimettendosi supinamente a ciò che afferma la scienza, ma cercando di stabilire, in primo luogo, se l'esperto conosca e applichi un metodo scientificamente affidabile. Il modello del giudice-custode assicura così il rispetto dei principi di *determinatezza* e di *tassatività* penale. Imponendo di far uso soltanto di criteri specialistici di sicura affidabilità, esso riduce l'area dei dati fattuali deducibili nel processo penale, circoscrive dunque la portata delle fattispecie incriminatrici e, in definitiva, limita il potere giudiziario di individuazione di

quest'ultima.

Il giudizio *sull'affidabilità della prova* non è quindi cosa dell'esperto, bensì del giudice, che la deve vagliare utilizzando tutti i mezzi di confutazione che la logica somministra all'utilizzatore imparziale delle leggi scientifiche e delle massime di esperienza. •

Maria Beatrice Magro. Professore ordinario di Diritto penale presso l'Università G. Marconi. Docente della SSPL dell'Università G. Marconi. Direttore del Master di II livello in Scienze Forensi dell'Università Guglielmo Marconi. Componente del comitato editoriale della rivista di fascia A Archivio penale e della rivista Responsabilità medica, diritto e pratica clinica. Componente del comitato scientifico della Rivista di fascia A Rivista trimestrale di diritto dell'economia e della Rivista Lus in itinere. Giudice Tributario. Avvocato Abilitato al Patrocinio presso le Magistrature Superiori.

L'obbligo deontologico dell'ingegnere: comunicare con parole precise e con consapevolezza di fatti e circostanze

Pasquale Stella Brienza

Ho diffuso sui social questa mia nota a seguito dell'intervento del Presidente dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Potenza al tg3 Basilicata in data 18 agosto 2018.

Ritengo che il linguaggio pubblico e la sua qualità non costituisca un lusso da intellettuali, ma un dovere inderogabile dell'etica civile e professionale in quanto il potere delle parole impone l'obbligo di usarle responsabilmente per comunicare, in ogni contesto, fatti e circostanze.

La chiarezza, le parole precise e dirette rappresentano l'antitesi precisione-vaghezza dei discorsi approssimativi, delle genericità e delle imprecisioni di pensiero e di linguaggio.

Egregio Presidente, mutuo dai social alcune riflessioni del prof. ing. Edoardo Cosenza (Presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Napoli):

"PARLARE INFORMATI....

Non mi chiedete niente. Senza approfondimenti è assolutamente impossibile dire qualcosa: sbagliato dire qualcosa senza avere altre informazioni...

Adesso silenzio, in memoria delle vittime, per rispetto ai familiari, per rispetto al Genio Morandi"

Personalmente ritengo che:

1. Non sia eticamente corretto correlare il disastro di Genova all'esistenza di un ponte progettato dallo stesso grande ingegnere Riccardo Morandi. Si potrebbe ingenerare, così, allarmismo nella popolazione, al limite del procurato allarme;
2. Il viadotto Carpineto è regolarmente aperto al traffico perché chi di competenza ha svolto le necessarie valutazioni nel merito della sicurezza strutturale, proprio sulla scorta degli studi condotti dal prof. Della Sala. Quantomeno inutili appaiono suggerimenti e considerazioni generiche ed improvvisate che sembrerebbero dettate dall'approssimazione;
3. La rete infrastrutturale di Basilicata non è costituita solamente dal raccordo autostradale 05. È il caso di ricordare come alcuni tratti della viabilità provinciale siano stati interdetti al traffico per problemi strutturali di ponti e viadotti. Anche nella città Potenza sembrerebbero esserci criticità, come riportato dalle testate giornalistiche di oggi.

4. L'endemica insufficienza di finanziamenti ha, infatti, costretto i nostri colleghi ingegneri a non poter mettere in sicurezza le strutture;

5. 4. Ritengo, infine, che in questi momenti sia, perlomeno, inutile qualsiasi dichiarazione non supportata da robuste argomentazioni tecniche e senza oggettiva consapevolezza di fatti e circostanze.

Da ultimo, ma non perché ciò abbia rilevanza marginale, ritengo quanto mai opportuno e prioritario unirsi in un'unica voce di cordoglio attorno alle vittime ed ai familiari, bypassando slogan ed hashtag assolutamente inutili a servire ad una nobile causa. •

Pasquale Stella Brienza. Ingegnere. Libero professionista. Si occupa di Edilizia, strade e progettazione strutturale. Consulente tecnico ANAS, già componente della struttura Alta Sorveglianza Anas Macrolotto II SA-RC. 7 Presidente della Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Potenza dal 2010 al 2017.



Diritto alla salute

Costituzione art. 32

Patrizia Bernadette Berardi

TUTELA DELLA SALUTE -



© MATTEO PLACUCCI Photography

Da un articolo pubblicato su Telegenova il 28 aprile 2017, a firma di Alessandro Bacci (www.telegenova.net), si apprende che, in Liguria, l'amianto provoca la morte di 180 persone ogni anno, con un picco previsto nel 2020.

Nell'articolo è inserita una intervista ad Antonio Persiano, segretario SPI CGIL di Genova.

Emerge, anche, da un comunicato ANSA Liguria, del 23 settembre 2019, che è stato indicato, dall'Inail nel 2018, "allarmante" il dato relativo alla diffusione dell'amianto nella regione, posizionandola al terzo posto, a livello nazionale, con i 2.889 casi di mesoteliomi asbesto rilevati (www.ansa.it).

Ancora, in Rassegna Sindacale, in un articolo del 27 aprile 2016, riferito alla Regione Liguria, si legge che i Sindacati, in occasione della "Giornata Mondiale per la salute e sicurezza sul lavoro", pretendono, giustamente, misure di prevenzione e sicurezza per l'alto numero di morti per mesotelioma, in quanto, sempre a seguito dei dati diffusi dall'Inail riferiti all'anno 2014, la Liguria veniva collocata al primo posto nelle statistiche ufficiali per morti, esteso anche ai familiari dei lavoratori esposti all'amianto (www.rassegna.it).

Il 30 giugno 2014, il Secolo XIX, pubblica un articolo dedicato ai "Morti per amianto a Genova", annunciando un esposto-denuncia da parte dei sindacati Cgil, Cisl e Uil, da presentare in Procura per dar seguito ai 450 procedimenti giudiziari pendenti, collegati ai decessi avvenuti (www.ilsecoloxix.it).

Andando a ritroso, fin dal 2002, in un articolo pubblicato il 01 ottobre su Repubblica.it (www.repubblica.it/repubblica/archivio/2002), si legge che Genova, e le sue 4 province, presentava una percentuale 3 volte maggiore di tutta Italia per il numero delle morti per amianto registrate: 1000 negli ultimi 10 anni, con una percentuale di circa 5 abitanti su 100.000, sulla media nazionale di 1,61, collocandola al primo posto come tasso di mortalità.

Quanto sopra, è indicativo, per sensibilizzare, chiunque a prendere coscienza che, in Liguria, la presenza di amianto è un dato insito, connaturato nella regione stessa, in percentuale maggiore rispetto ad altre regioni, e le (purtroppo), continue, notizie delle morti rilevate per la presenza di questo nemico della salute, dovrebbe coinvolgere tutti i settori ad assumersi la responsabilità di quello che potrebbe verificarsi se non in linea con quanto dettato dalle leggi in materia.

Per tale motivo, il 6 dicembre 2018, il Comitato Liberi Cittadini di Certosa, comitato di volontariato ed apartitico, fondato il 27 marzo 2012, (@libericittadinicertosa), redige il documento "Un futuro per la Valpolcevera" distribuito all'incontro della cittadinanza con il Commissario per la

ricostruzione e Sindaco Marco Bucci, presso il teatro Govi di Genova Bolzaneto per illustrare una serie di carenze legate alla valle, oltre al timore derivante dalla demolizione del Ponte Morandi, in termini di polveri, smaltimento delle macerie stimate in 250.000 tonnellate, aree di stoccaggio dei materiali di risulta (vedi San Biagio, ancora a cielo aperto n.d.r.), livelli di inquinamento, individuazione dell'amianto.

Un secondo documento, inviato come missiva al Sindaco (Commissario) Bucci, datato 19 dicembre 2018, i comitati della Valpolcevera:

- Gruppo del verde Valtorbella,
- Comitato Spontaneo Borzoli-Fegino;
- Comitato Rivarolo;
- Comitato Liberi Cittadini di Certosa

chiedono "di condividere il protocollo o i protocolli che verranno istituiti a garanzia della salute dei quartieri a ridosso del cantiere di ricostruzione", anche in relazione all'area del cantiere limitrofa a scuole e asili nido.

Le due precedenti istanze, rimaste prive di riscontro, si sono trasformate nell'appello "Costruire un altro futuro" del 2 gennaio 2019, con la partecipazione di numerose associazioni tra le quali

"Unione sindacale di base Vigili del Fuoco, Comitato Genitori I.C. Certosa, Arci Genova, Potere al Popolo, Comitato spontaneo Borzoli-Fegino, Medici per l'ambiente, Partito comunista dei lavoratori, altre...", anche in questo caso, l'appello rimase privo di risposte.

Sugli argomenti inseriti nelle precedenti richieste (tutte prive di riscontro da parte delle Istituzioni regolarmente informate ed invitate ad un dialogo), fu presentato un Atto di denuncia-querela con richiesta di misura cautelare, alla Procura della Repubblica presso il Tribunale di Genova nel febbraio 2019, inoltrato da uno dei Comitati, ove, tra le innumerevoli, giuste, motivazioni si segnalava la presenza di tubazioni in Eternit ritrovate nelle macerie del crollo del ponte, consegnate all'Arpal dai VV.F, e che lo stato dei "resti" del viadotto e delle abitazioni sottostanti per la parte ridotta allo stato pulvirolento, aveva trasformato questi materiali in "rifiuti" richiedendone la esecuzione di specifiche analisi tecniche.

Molto altro si legge nelle 12 pagine della querela, che contengono le necessarie richieste a tutela della salute con esatta esposizione dei fatti rilevati.

Voglio, qui, segnalare l'art. 32 della Costituzione che recita **"il diritto alla salute è riconosciuto come fondamentale diritto dell'individuo. La salute è una situazione soggettiva che deve essere tutelata contro tutti gli elementi nocivi ambientali o a causa di terzi, che possano in qualche modo ostacolarne il godimento"**.

Infatti, l'unica risposta a tali interrogativi pervenne, ai Comitati, dall'Osservatorio Nazionale sull'Amianto (ONA), il 7 febbraio 2019, sulla quale fu, poi, redatto ed inoltrato l'Atto di denuncia-querela alla Procura di Genova.

L'ONA Onlus, è una associazione accreditata dal Ministero della salute, iscritta al n° 852 dell'Albo delle Associazioni della provincia di Roma, costituitasi il 5 agosto 2008, opera in tutto il territorio nazionale per promuovere e tutelare la salute della vita umana, dei lavoratori e dei cittadini esposti ad amianto, ad altri patogeni rischi professionali.

Da una nota dell'ONA trasmetto che l'Associazione, mette a disposizione i suoi medici volontari gratuitamente per chi ne avesse necessità; ulteriori notizie sono visibili sul Notiziario sull'Amianto ONA ONLUS (osservatorioamianto@gmail.com).

Durante il Consiglio Comunale tenutosi il 26 febbraio 2019 presso Palazzo Tursi, il Sindaco/Commissario Bucci, riferendosi all'esposto presentato dal Comitato Liberi cittadini di Certosa in riferimento al rischio "amianto" polemizzò dichiarando quanto segue: "poi ci sono comitati che hanno preferito muoversi con un esposto invece di venire a parlare con noi, e ci sono esponenti della minoranza in consiglio, che li supportano, ecco, io consiglio di dissociarsi da chi non si impegna nel comune obiettivo di aver presto un nuovo ponte, poi, ognuno è libero di fare le proprie scelte" (vedi articolo del 26 febbraio 2019- www.genova24.it).

Parole agghiaccianti: nulla in merito alla salute dei cittadini ma solo la costruzione del nuovo ponte, definendo l'azione intrapresa dai Comitati, basata su uno dei fondamenti della nostra Costituzione, **un intralcio** agli obiettivi da lui intrapresi.

Il giorno seguente, sullo stesso quotidiano Genova24, i Liberi cittadini di Certosa difesero l'esposto sull'amianto, smentendo quanto dichiarato il giorno precedente dal Sindaco in relazione alle richieste di incontri, regolarmente comunicati allo stesso, facendo presente che l'esposto fu presentato senza "scopi politici occulti", come, invece, sostenuto in sede di consiglio comunale.

Del "rischio amianto" erano stati divulgati diversi approfondimenti sulla materia fin da subito: dall'ONA, pubblicato su Genovatoday il 17 dicembre 2018 relativamente al "Rischio nube tossica sulla città" (www.genovatoday.it); su GenovaQuotidiana il 20 dicembre 2018, con

allegata la lettera del 19 dicembre 2018 a cura dei Comitati, inviata al sindaco Bucci (<https://genovaquotidiana.com>); sulle macerie, articolo pubblicato il 21 gennaio 2019 (www.genova24.it); sull'esposto presentato in Procura del quale fu data notizia sul quotidiano www.genova24.it il 20 febbraio 2019; della rimozione di un tecnico che aveva denunciato la presenza di amianto, notizia pubblicata il 10 marzo 2019 da genova.repubblica.it; di un ulteriore esposto presentato dai VV.F. di Genova pubblicato il 17 marzo 2019 su www.genova24.it,

A fronte di quanto sopra evidenziato si rimane perplessi sulle dichiarazioni ricevute dal massimo esponente in rappresentanza della sua città.

Eppure, i comitati, i cittadini, hanno fatto riferimento a quanto disposto dalla legge regionale del 6 marzo 2009 n° 5 pubblicata sul BUR Liguria il 18 marzo 2009 sulle "Norme per la prevenzione di danni e dei rischi derivanti dalla presenza di amianto per le bonifiche e per lo smaltimento".

Ulteriori normative in materia sono susseguite negli anni: " Normativa regionale del 2012 D.dirigenziale R.L. n° 3235/12; Normativa regionale del 2013 D. dirigenziale R.L n° .4372/13 ; Normativa regionale 2014 D. dirigenziale R.L. n° 2769/14; Normativa regionale 2015 D. dirigenziale R.L. n° 3848/15; Normativa regionale 2016 D.dirigenziale R.L. n° 1375/16; Normativa regionale 2017 D. dirigenziale R.L. n° 5338/17 (www.alisa.liguria.it).

Sappiamo, però, che il censimento e monitoraggio sulla presenza dell'amianto sul territorio ligure, indicato fin dalla prima legge regionale, e seguenti, da eseguirsi a cura della A.Li.Sa. (azienda ligure sanitaria) è fermo al 2001, (vedi : Ansa Liguria del 23 settembre 2019 www.ansa.it) e solo a seguito delle segnalazioni e degli esposti pervenuti è stato richiesto di eseguire accertamenti sui materiali per far fronte alle richieste inevase presentate alle ASL; in pratica, a distanza di oltre 18/20 mesi dai primi appelli dei cittadini.

Riporto, qui, solo alcune delle norme fondamentali, inserite nel Manuale di Prevenzione pubblicato dalla Regione Emilia Romagna nel 2005, per chi lavora in ambienti non protetti dal rischio di amianto, letale per sé e per i propri familiari, affinché, con forza, come hanno fatto i Comitati della Valpolcevera, ci si possa difendere da questo nemico invisibile, che si manifesta a distanza nel tempo:

- per il rischio derivante da sostanze cancerogene come 'amianto non esiste un limite certo di sicurezza;
- le malattie da amianto si possono manifestare, in genere, dopo molti anni dalla esposizione;
- sono stati registrati casi di mesotelioma anche in mogli e figli di lavoratori esposti che portavano a casa fibre di amianto trattenute nei capelli e sui vestiti;
- il 75% circa di tutto l'amianto è stato impiegato nell'edilizia e nelle costruzioni (fibrocemento) prevalentemente come lastre per coperture, tubazioni, condotte e canalizzazioni;
- le fibre di amianto possono liberarsi in maggior numero quando il materiale viene manomesso;
- periodicamente, almeno con frequenza annuale, sottoporsi agli accertamenti di sorveglianza sanitaria.

Genova, tra le città maggiormente colpite da questo

fenomeno, è rimasta inascoltata ai suoi appelli, come abbiamo visto dagli articoli pubblicati fin dal dicembre 2018, ma ha con sé, chi vuole divulgare e combattere contro l'amianto; vi segnalo, a tal proposito, la presentazione di un libro che fu prevista per il 25 febbraio 2020 presso il Municipio VII Ponente, rimandata a causa del coronavirus a data da destinarsi dal titolo " La strage silenziosa. Genova e i morti d'amianto, storia di una battaglia operaia" pubblicata dalla CGIL.

Riguardo alla nostra rivista, che è vicina ai Comitati, pubblichiamo alcuni atti del convegno organizzato dall'Arch. Giovanni Spalla, a Genova il 29 marzo 2019, "Salvare il ponte Polcevera, il paesaggio, l'ambiente e i diritti", con l'intervento della sig.ra Antonella Marras, presidente del Comitato spontaneo Cittadini Borzoli e Fegino, oltre ad un contributo del dott. Valerio Gennaro, e gli esposti ed appelli citati. •

Ponte Morandi, ingegneri, epidemiologi e ponti per la salute

Valerio Gennaro

Premessa

Il 14 agosto 2018 il ponte Morandi crolla improvvisamente uccidendo 43 persone. L'incidente ci ricorda che qualcuno si era dimenticato di controllare periodicamente la solidità di un ponte nato per il passaggio di 30 mila veicoli al giorno, cresciuto fino a 60 mila, con picchi di 100 mila. Anche sopra i giardini ed i tetti delle case.

Ma ci si era dimenticati anche di controllare l'impatto che quel viadotto, con quel traffico continuo e crescente nel tempo, nel numero, nella cilindrata, nelle emissioni complessive oltre che al peso dei veicoli, avrebbe avuto sulla salute della popolazione sottostante.

La salute è una nuova variabile?

Perché è successo? Perché ci si ostina a non leggere periodicamente né i dati sanitari né quelli socio-economici ed ambientali delle comunità? Perché si continuano a subire cocktail di rischi per la salute collettiva? Uno di questi è stato senz'altro l'inquinamento da traffico veicolare causato da un viadotto come il Morandi. Questi rischi sono micidiali quanto evitabili. Per evitarli è sufficiente volerli studiare in modo interdisciplinare ed efficace.

Questa mia breve nota vuole proprio incoraggiare gli ingegneri ed altri esperti ad includere nei loro studi anche gli effetti sanitari che le grandi opere hanno sulla salute - oltre che sull'ambiente e sull'economia convenzionale, della popolazione circostante. Questa popolazione è la stessa che subisce rilevanti, ma non misurati, danni ambientali, sociali, economici e paesaggistici. E soprattutto danni alla salute. Danni diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine. Anche gravi ed irreversibili.

La situazione genovese

Già negli anni 2000, come Medici per l'Ambiente (ISDE Genova), avevamo scoperto nei documenti ufficiali della Regione Liguria⁽¹⁾ che quella porzione della popolazione della Valpolcevera, oltre a subire pesanti servitù, incluso il "ponte", registrava regolari eccessi di mortalità per l'insieme delle patologie, incluso il cancro, ben superiori ai valori della Liguria e della stessa Taranto (+7%). La Valpolcevera stava male da troppo tempo, con troppi morti oltre il valore "standard". In epidemiologia li chiamiamo "casi evitabili".

Ma questa era solo la semplice "media di Trilussa". La situazione sanitaria era molto più grave in specifiche aree come Cornigliano, Rivarolo e Bolzaneto socioeconomicamente deprivate, aree portuali, industriali e quelle attraversate da grandi arterie.

Secondo una nuova anche se preliminare analisi epidemiologica basata sui dati statistici aggiornati al 2018 dal comune di Genova, nei quartieri attraversati dal Ponte la mortalità complessiva per l'insieme delle patologie è stata molto più elevata rispetto alla media cittadina. Nessuno, neppure l'Osservatorio Salute-Ambiente comunale, ne ha voluto parlare. Neppure dopo il crollo.

Se a Cornigliano da decenni e fino al 2012 le acciaierie avevano contribuito ad inquinare la popolazione - come documentato dalle indagini ambientali, epidemiologiche e giudiziarie - dobbiamo ricordare che Genova presenta da anni zone meravigliose, ma anche pessime, sia sotto il profilo ambientale che sanitario. Se si cominciasse a studiare in modo rigoroso, tempestivo e completo il parametro "salute" delle comunità, si scoprirebbero anche eccessi per ricoveri, aborti, malformazioni, uso di farmaci, ecc. in aree dove solo la mortalità generale è stata analizzata. Facile riferirsi alle aree affacciate su porti, depositi petroli, strade ed autostrade tra le case. Ora abbiamo una nuova inaccettabile arteria a 6 corsie anche a Sampierdarena (in lungomare Canepa).

Danni alla salute

La letteratura scientifica ha già documentato che comunità che vivono nei pressi di grosse arterie stradali subiscono rilevanti danni alla salute come leucemie, altri tipi di tumore, malattie respiratorie, cardiovascolari, neurovegetative, endocrine od immunitarie.

Non serve fare altri studi ed "esperimenti". Basta applicare le conoscenze già presenti negli studi scientifici e seguire il "principio di precauzione". Oltre che quello di prevenzione. Soprattutto, con un rigoroso approccio epidemiologico possiamo analizzare dati e statistiche correnti. Potremo così stimare i danni sanitari provocati da inquinanti industriali o da traffico, che si aggiungono in modo sinergico ad altre situazioni rischiose per la salute pubblica (povertà, carenza nei servizi socio-sanitari, patologie professionali, ecc.). Certamente se ci si limita a qualche semplice analisi statistica (magari su dati sommari, vecchi e "selezionati") i danni alla salute non emergeranno mai, o saranno interpretati come casuali o causati dalla onnipresente "predisposizione" genetica e familiare anziché attribuirli correttamente a fattori esterni, ben evitabili.

Analisi rischi-benefici. Per chi?

Una completa analisi costi-benefici propedeutica alla realizzazione di una grande opera, dovrebbe sempre includere l'analisi rischi-benefici sul complesso degli effetti ambientali e sanitari a breve, medio e lungo termine. E non solo per i diretti interessati (es. lavoratori), ma anche per il resto della popolazione. Per questo ingegneri, architetti, urbanisti, geologi ed altri professionisti dovrebbero incontrarsi con chi si occupa di salute collettiva come medici, chimici ed epidemiologi ambientali. Insieme dovrebbero analizzare scientificamente i dati esistenti e le ricadute complessive su ambiente e salute. Le pur carenti "valutazioni di impatto" ambientale, sanitario (VIA, VIS, ecc.) erano nate proprio per questo.

Come si verificano le caratteristiche del terreno e la sua idoneità alla stabilità della struttura in costruzione, così l'epidemiologo ambientale ed altri professionisti devono verificare le caratteristiche della popolazione su cui graverà la nuova struttura per stimare i possibili effetti sulla salute dell'ambiente e delle popolazioni. Solo così si potranno effettuare scelte corrette. Si potrà anche decidere che una zona debba diventare strategica per i servizi collettivi (come un viadotto), ma rimanendo consapevoli che in quell'area non potranno convivere popolazioni ed attività agricole. Anzi, la popolazione già insediata dovrà essere "spostata" per evitare possibili malattie. L'OMS ci ricorda che

l'inquinamento può causare morti e malati. Nelle persone più fragili anche nel giro di pochi giorni.

I dati epidemiologici

Anche i dati correnti, già pronti e già utilizzati per scopi burocratici, amministrativi, statistici, clinici ed economici, vengono diffusi in ritardo e poco utilizzati in campo epidemiologico. In molte regioni anche gli stessi tassi di morte e/o malattia vengono diffusi in modo arbitrario, incompleto e in ritardo. Se vengono diffusi. Gli scettici possono controllare il ritardo con cui, nel sito "sanitario" della propria regione o del proprio comune, vengono riportati i semplici tassi di mortalità e morbilità per l'insieme delle patologie.

Eppure anche solo in Italia sono stati effettuati studi epidemiologici che hanno confermato il nesso causale tra inquinanti e malattie nella popolazione. Studi su Seveso, Porto Marghera, raffinerie, acciaierie, centrali a carbone, inceneritori, arterie stradali, ecc.

Fortunatamente grazie a una legge votata all'unanimità dal Parlamento italiano (29/2019) avremo la possibilità di sviluppare sia i registri tumori sia il referto epidemiologico⁽²⁻³⁾. La popolazione potrà finalmente conoscere "come sta" globalmente in tempo reale. Sia in termini di decessi sia per altri eventi sanitari (ricoveri, aborti, malformazioni, ecc.) causati anche da fattori di rischio evitabili come quelli occupazionali, ambientali e sociali.

Ma cos'è l'epidemiologia ambientale

L'epidemiologia ambientale può essere definita come la disciplina che studia scientificamente - ovvero in modo misurabile, verificabile e ripetibile, avendo precisi standard di riferimento - i livelli di salute delle comunità. Lo scopo ultimo è migliorare lo stato di salute collettivo individuando i possibili determinanti (positivi e negativi) di salute. Ma perché solo pochi diretti interessati conoscono questa disciplina in via di estinzione? Gli epidemiologi, nonostante la grande richiesta di studi da hoc da parte delle comunità, amministrazioni e procure, e nonostante il rapporto molto conveniente delle loro ricerche in termini di rapporto costi-benefici, stanno via via scomparendo. Quelli ancora di ruolo vengono "deviati" su ricerche più allettanti sotto il profilo economico e professionale o verso analisi meramente statistiche, e quelli pensionati (come il sottoscritto) non vengono rimpiazzati. Quelli giovani e capaci vengono intimiditi e precarizzati e, anche quando sono ben preparati, vengono arruolati in livelli amministrativi e tecnici che ne avvilisce, anche economicamente, la loro esperienza. I vari servizi ed unità operative di epidemiologia vengono accorpate e spesso rimangono solo sulla carta.

Screening delle malattie o delle loro cause?

Appare un grosso errore, commesso non sempre in buona fede, misurare poco, male e in ritardo, o non misurare affatto, la salute delle comunità. È altrettanto grave misurare poco, male, in ritardo, o non misurare affatto, anche i possibili determinanti della salute (inquinamento, deprivazioni socio-economiche, ecc.).

Dagli anni '70 il tormentone è stato quello che "prevenire è meglio che curare". Giustissimo, peccato che sia stato utilizzato per sviluppare solo gli screening di qualche malattia (per identificare precocemente alcuni tumori (che nella maggior parte dei tumori è spesso un non-senso), invece che delle loro "cause". In pratica poco o nulla è stato fatto per scoprire precocemente le cause - evitabili - delle stesse malattie e migliorare davvero la qualità della vita delle persone

Il costo della salute e i guadagni della malattia

Si dice che la salute non abbia prezzo, ma la malattia, vera emorragia economica e sociale, consente enormi guadagni nel settore della diagnostica e della cura. La malattia e la sanità sono

settori economicamente molto forti che però si sentono "minacciati" dalla promozione della salute e dalla Prevenzione primaria. Per le vittime si aggiunge la beffa al danno.

Ingegneri e salute

Abbiamo già visto che, nel proprio ambito, l'ingegnere, così come le altre figure tecniche devono occuparsi di salute. I problemi vanno evidenziati, misurati ed analizzati. Purtroppo la salute di chi vive in aree a rischio, come i viadotti, è stata spesso sottovalutata, ignorata o addirittura osteggiata. Si vedano ad esempio le difficoltà di far installare semplici barriere fonoassorbenti in aree densamente popolate. Eppure è un fattore che si può ormai risolvere molto bene grazie all'analisi dei suoi indicatori di esposizione (tipologia, livelli di inquinamento, interazione, ecc.) e di effetto (tassi complessivi di mortalità e morbilità standardizzati e specifici per età, tipologie delle malattie, uso di farmaci, ecc.).

Proposte

Da quanto segnalato mi sembra che possa emergere che il costo della malattia, intesa come perdita della salute, è da tener ben presente prima di realizzare ogni grossa infrastruttura. Anche i ponti che potrebbero essere a ridottissimo impatto ambientale (chimico, acustico, ..) se dotati, ad esempio, da idonei filtri anti-particolato, ma anche da coperture con pannelli fotovoltaici capaci di produrre energia pulita che, non danneggiando il clima né riducendo le risorse fossili, permetterebbero un consistente rientro nelle spese di costruzione e manutenzione.

Riferimenti

I quaderni dell'Agenzia. Lo Stato di salute dei Liguri. Supp.3 ARS Liguria. Marzo 2010 (pag.108).

Gennaro V, Murchio G, Torrigiani C. Le Potenzialità del Referto Epidemiologico Comunale (REC) Nella Comprensione delle Disuguaglianze di Mortalità e Salute. Esperienze dal Territorio. Il Cesalpino, Rivista medico-scientifica dell'Ordine dei Medici di Arezzo. N. 44/2017.

Legge 22 marzo 2019, n. 29. Istituzione e disciplina della rete nazionale dei registri dei tumori e dei sistemi di sorveglianza e del referto epidemiologico per il controllo sanitario della popolazione (GU serie generale n.81 del 05-04-2019). <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2019/04/05/81/sg/pdf>

Valerio Gennaro. Oncologo ed epidemiologo. Medici per l'Ambiente - International Society of Doctors for Environment (ISDE Genova)

UN FUTURO PER LA VALPOLCEVERA

Comitato Liberi Cittadini di Certosa

Come abitanti di questa vallata siamo molto preoccupati per la situazione creatasi dopo il 14 agosto. Il crollo del ponte ha aggravato problemi preesistenti con un effetto esponenziale sulla vita degli abitanti.

La nostra vallata presenta dati allarmanti sulla salute e sulla mortalità e nessuno ha mai indagato sulle cause, anzi si è scelto di depotenziare e progressivamente tagliare i servizi rendendo difficile un'adeguata risposta ai bisogni della popolazione: numero insufficiente di piastre sanitarie, nell'erogazione di prestazioni ambulatoriali, carenza di organico generalizzata, consultorio declassato e con pochissimo personale, impossibilità di effettuare riabilitazione in convenzione per l'infanzia per la mancanza di centri o di personale, l'assenza di un ospedale e di un Pronto Soccorso per un distretto tra i più estesi geograficamente della Asl 3.

Anche il trasporto pubblico non è adeguato alle esigenze del mondo del lavoro che prevede sempre di più turni serali, notturni, festivi. Si è tagliato il trasporto pubblico con riduzioni, soppressione delle linee collinari, delle corse serali di bus e treni obbligando di fatto gli abitanti delle zone collinari e dei Comuni della cintura ad utilizzare il mezzo privato. I bus sono obsoleti e producono alte emissioni nocive. Gli abitanti della Valpolcevera sono costretti ad ogni tipo di pendolarismo aumentando traffico e inquinamento.

La carenza di organico non consente l'adeguata manutenzione del territorio.

Il Decreto Genova si limita a misure contingenti, con erogazione di fondi farraginosa, che rende concreto il rischio che i cittadini debbano pure pagare gli interessi di un mutuo, non prevede norme certe a tutela della salute e dell'ambiente, i fondi stanziati per le attività economiche e per la Cassa Integrazione sono insufficienti, per Amiu i dieci milioni stanziati non coprono neanche i danni, le assunzioni pubbliche previste sono sottostimate e molte a tempo determinato. Le ultime stime di Confindustria prevedono, solo per i lavoratori, un costo di 68 milioni di euro in più per recarsi al lavoro.

I fondi per il trasporto pubblico ammontano a 500 mila euro per il 2018 e 23 milioni per il 2019. La somma del 2018 sarà coperta dal Fondo per la compensazione degli effetti finanziari non previsti a legislazione vigente, mentre i 23 milioni del 2019 saranno ricavati dal Fondo Nazionale di cofinanziamento statale dei contratti collettivi, che dal 2007 ogni anno ridistribuisce alle regioni 160 milioni in base alla consistenza del personale in servizio. A pagare, quindi, indirettamente saranno i lavoratori stessi del comparto nazionale che avranno meno risorse accantonate da parte dell'Ente Statale. Sul tavolo saranno anche versati ulteriori 20 milioni nel 2019 per l'adeguamento dei mezzi della provincia di Genova, con priorità per elettrici, ibridi o a idrogeno. Anche in questo caso la copertura è stata trovata attingendo al Fondo per la mobilità pubblica, l'ambiente e le infrastrutture presenti nella legge di bilancio previsione per il 2018.

La deroga sulle norme di affidamento dei lavori in subappalto ha prodotto in questi giorni un grande allarme per il rischio di infiltrazione mafiosa e la necessità di prevedere un regolamento a cui crediamo debba seguire uno stringente controllo per garantire trasparenza, qualità e tempi dei lavori.

Non vediamo, neanche in prospettiva, l'intenzione di investire in modo strutturale sui servizi pubblici, sulla sanità, sulla manutenzione e sul riassetto idrogeologico di un territorio fragile, interventi indispensabili per riqualificare la vallata, per produrre occupazione e migliorare i servizi.

Chiediamo che l'Amministrazione si faccia portavoce con il Governo per richiedere con fermezza fondi che vadano nella direzione sopra indicata ed anche uno stanziamento specifico per dotare Amiu degli impianti necessari al trattamento della raccolta differenziata.

DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE

Gli impatti conseguenti la demolizione saranno pesantissimi in termini di salute, ambiente e di viabilità. Gli esperti parlano di 250000 tonnellate di macerie da smaltire, di pesanti ricadute di polveri e, in caso di microcariche esplosive di una propagazione potenzialmente pericolosa. Presentiamo pertanto delle istanze su cui chiediamo garanzie.

Demolizione

- Valutare progetti a basso impatto ambientale
- Evitare microcariche ed esplosivo ed effettuare simulazioni per l'impatto sulle zone limitrofe per escludere danni collaterali alle strade, alla collina, all'alveo del torrente, alle infrastrutture sotto il manto stradale.
- Effettuare uno studio sul sollevamento delle polveri, l'ampiezza e la mitigazione bonificare l'amianto nel caso di demolizione degli edifici

Definizione area di cantiere

- Conoscere il perimetro preciso L'area di stoccaggio
- La modalità di trasporto prevista

Gestione dei disagi

- Rumore
- Polveri
- Vibrazioni ed eventuali danni alle strade o alla collina
- Danni alle strade
- Alveo del Polcevera
- Produzione e smaltimento rifiuti

Tutela della salute

- Procedere all'installazione di centraline per un monitoraggio costante dello stato di inquinamento di tutto il materiale coinvolto e dell'aria, nelle aree circostanti e nei pressi delle scuole
- Rendere pubblici i dati di suddetti monitoraggi
- In caso di rilevazione di inquinanti adottare tutti i protocolli prescritti dalla legge anche durante la fase di trasporto e deposito di suddetto materiale che rischia di diffondersi in modo incontrollato
- Avviare uno studio epidemiologico delle zone coinvolte, direttamente e indirettamente dal crollo.

Viabilità

- Conoscere le modifiche della viabilità per la durata del cantiere: via Perlasca, via Trenta Giugno, corso Perrone saranno transitabili?
- Realizzare percorsi alternativi in caso di chiusura e verificare la sostenibilità di Via Borzoli, non pensata per il traffico che sostiene attualmente
- Potenziare e rendere gratuito il trasporto pubblico in tutta la vallata, ripristinare le corsie preferenziali, per disincentivare il traffico privato e a parziale compensazione dei disagi vissuti dalla popolazione
- Prevedere corse serali e notturne di bus e treni

Stiamo pagando le conseguenze di un evento che ha esclusiva responsabilità umana e crediamo di avere diritto come cittadini lesi ad essere informati, a condividere le scelte future che ci riguardano direttamente e alla massima trasparenza e tutela dei nostri diritti.

Appello al Sindaco Marco Bucci

**I Comitati:
Gruppo del verde Valtorbella
Comitato Spontaneo Borzoli-Fegino
Comitato Rivarolo
Comitato Liberi Cittadini di Certosa**

Gent.mo sig. Sindaco,

Facciamo seguito alle sue dichiarazioni pubbliche dove ha esplicitato che il cantiere per la ricostruzione del viadotto sul Polcevera avverrà senza deroghe alle norme ambientali e antinquinamento poiché Genova ha già sofferto troppo per questa disgrazia.

Ne siamo lieti e non possiamo che condividere. Per tranquillizzare pienamente i cittadini e fugare ogni ansia, le chiediamo pertanto di condividere il protocollo o i protocolli che verranno istituiti a garanzia della salute dei quartieri a ridosso del cantiere di ricostruzione, nell'ottica di favorire la trasparenza e la comunicazione con una cittadinanza estremamente preoccupata, bisognosa di rassicurazioni e garanzie.

Le chiediamo un ulteriore sforzo in qualità di garante della tutela della salute dei cittadini nel metterci a parte dei provvedimenti che verranno attuati per minimizzare, per quanto possibile, l'impatto della realizzazione di quest'opera.

Chiediamo altresì di essere informati sul sito che è stato scelto per lo stoccaggio dei detriti che ovviamente saranno divisi per tipologia, le precauzioni che verranno adottate nel trasporto degli stessi e i percorsi che verranno quindi interessati dal transito di centinaia di mezzi pesanti. Sarebbe opportuno anche sapere se durante le fasi di demolizione e ricostruzione verranno nuovamente interessate ed eventualmente chiuse le varie arterie che collegano la Valpolcevera al resto della città. Sarebbe anche opportuno si facesse una analisi dello stato di salute della popolazione allo stato attuale per capire la situazione di fondo in cui si andrà ad operare proprio per evitare che situazioni già precarie possano in qualche modo peggiorare a seguito dei lavori.

Sollecitiamo la necessità di questa linea diretta sottolineando come l'area di cantiere sia limitrofa non solo alle abitazioni ma anche a scuole e asili nido.

La rinascita di questo quartiere e di tutta la città non può che partire da un esempio virtuoso di ricostruzione che tenga nella massima considerazione anche la tutela della salute di chi dovrà convivere con essa per lungo tempo.

Allo stesso modo chiediamo di poter avere accesso alle informazioni riguardanti al piano di bonifica delle abitazioni sottostanti al ponte, consci della complessità di queste operazioni ma anche del rischio ambientale ad esso connesse.

Confidiamo nella sua sensibilità e professionalità che auspichiamo si traduca in una comunicazione efficace tra il comune e i quartieri coinvolti e nella scelta delle metodologie più sicure a nostra salvaguardia.

Genova, 19 Dicembre 2018

Costruire un altro futuro

Il Comitato Liberi Cittadini di Certosa

Dal 14 Agosto la vita di un'intera vallata è stata stravolta, e il crollo del ponte Morandi sta trascinando nel baratro la Valpolcevera e non solo.

Non si tratta di una catastrofe naturale; ci sono responsabilità umane e politiche che ci hanno reso tutti parte lesa. Sentiamo di non essere ascoltati e di essere estromessi da qualunque interlocuzione.

Un esempio è l'assenza di perizie per verificare le condizioni del viadotto esistente: nonostante un appello firmato da più di 1300 ingegneri e l'esistenza di progetti di ripristino e di realizzazione di viadotti temporanei per sopperire alle difficoltà, nulla è stato preso in considerazione.

Dal 15 Agosto la politica ha deciso che il ponte andasse demolito e ricostruito, senza conoscere le cause del crollo e senza una documentazione tecnica sullo stato dell'esistente, facendo leva sull'emotività conseguente allo shock.

La Valpolcevera presenta un quadro statistico allarmante per quanto riguarda lo stato della salute dei cittadini.

Dati ufficiali evidenziano un indice di mortalità e di patologie croniche superiori alla media cittadina.

Da tempo si chiede, senza riscontri, di avviare uno studio epidemiologico per la vallata e tutti i quartieri limitrofi che presentano queste criticità.

A fronte di questa situazione, i servizi sanitari, carenti per personale e prossimità territoriale, andrebbero potenziati.

Il crollo del ponte ha prodotto un incremento di inquinamento da traffico nelle zone in cui il passaggio veicolare è più intenso.

Le procedure di demolizione, inoltre, rischiano di incidere in maniera rilevante sullo stato di salute dei cittadini che abitano nella Valpolcevera.

L'impatto sarà pesantissimo per:

- La ricaduta di polveri
- La complessa bonifica delle case sottostanti il ponte
- Gli effetti dell'utilizzo di cariche esplosive a ridosso del centro abitato e la conseguente cantierizzazione della zona- Per le opere di demolizione del Ponte Morandi si stimano 250000 tonnellate di macerie per 130 giorni continuativi di lavoro, senza considerare i tempi di bonifica, il trasporto e lo stoccaggio dei detriti.

L'incertezza sulla perimetrazione delle aree che subiranno il disagio della realizzazione di questa complessa opera rende la situazione ancora più ambigua e preoccupante.

Questo quadro si aggiunge a quello di cantieri già esistenti e in via di definizione come quelli per il Terzo Valico e il Nodo ferroviario, in passato già oggetto di contestazione.

Questo è lo scenario in un territorio popolato da 113000 cittadini, che convivono con aziende ad alto rischio di impatto ambientale e i cui centri abitati sono sempre più interessati da servitù, spogliati di servizi e privati di identità.

Oltre alle problematiche di salute si aggiungono i danni al tessuto produttivo, economico e sociale, e le perdite occupazionali che non saranno risolte dagli indennizzi.

I tempi di costruzione del nuovo ponte, accettando l'ipotesi che questa avvenga celermente, rischiano di essere un colpo mortale per questo territorio.

Per questo crediamo che gli abitanti della Valpolcevera e tutti i Genovesi abbiano diritto a:

Un dibattito pubblico dove venga:

- Illustrato nel dettaglio il progetto di demolizione e ricostruzione
- Spiegata l'assenza di una perizia di terze parti sulle porzioni di ponte non crollate
- Spiegato per quale motivo le uniche perizie siano state eseguite dalle imprese candidate ai progetti di ricostruzione, con un evidente conflitto d'interesse

Una comunicazione trasparente delle misure a tutela della salute e della sicurezza e dei metodi di monitoraggio

Essere interlocutori attivi nelle decisioni che li riguardano direttamente Provvedimenti per l'avvio di uno studio epidemiologico

Un potenziamento dei servizi sanitari pubblici, la costruzione di una Casa della Salute e di un Ospedale secondo un principio di territorialità e di accessibilità

La realizzazione di un piano di trasporto pubblico efficiente e gratuito

Investimenti per la manutenzione del territorio, per il rilancio dei servizi pubblici e dell'occupazione

Misure adeguate alla tutela della salute e della qualità della vita degli abitanti ai confini della zona rossa

Chiediamo alle associazioni, organizzazioni sindacali e ai partiti di sostenere le richieste dei Comitati aderendo a questo appello.

Una prima manifestazione, promossa dal "Comitato abitanti ai confini della zona rossa", dal titolo SALUTE + AMBIENTE = VITA, avverrà il giorno 11 Gennaio 2019 alle ore 9:30 in via Garibaldi.

Richiediamo, prima di tale data, di poterci confrontare con Voi sui temi di adesione.

**Programma tutela dei cittadini di Valpolcevera
(lettera ai comitati della Valpolcevera)**

Osservatorio Nazionale sull'Amianto



OSSERVATORIO NAZIONALE SULL'AMIANTO

Presidenza Nazionale

Via Crescenzo, n. 2, 00193 - Roma

tel. 335/8304686 – 06/87153910 – 331/9806771

E-mail: osservatorioamianto@gmail.com

Spett.li Comitati della Valpolcevera

Alla c.a. del Sig. Enrico D'Agostino

OGGETTO: Programma tutela dei cittadini di Valpolcevera.

Spett.li Comitati,

nel far seguito al colloquio telefonico di ieri sera (06.02.2019), mi pregio illustrare il programma delle attività che l'associazione è intenzionata a svolgere, ovvero che ritiene debbano essere posti in campo per perseguire le finalità di tutela, cui si fa riferimento nella pregiata Vostra che ha anticipato il colloquio telefonico.

Osservato

che le polveri e fibre di amianto sono cancerogene, e inducono patologie fibrotiche (asbestosi, placche pleuriche e ispessimenti pleurici, con complicazioni cardiovascolari e cardiocircolatorie), e neoplastiche (mesotelioma, il tumore polmonare, alla laringe e all'ovaio, e allo stato attuale delle conoscenze anche i tumori del tratto digerente - faringe, stomaco e colon)¹;

¹ International Agency for Research on Cancer (IARC, agenzia dell'OMS, nella sua ultima monografia in materia di amianto - *World Health Organization IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Vol. 100C "arsenic, metals, fibres, and dusts volume 100 C - A review of human carcinogens" ASBESTOS* - Lyon, France - 2012): "There is sufficient evidence in humans for the carcinogenicity of all forms of asbestos (chrysotile, crocidolite, amosite, tremolite, actinolite, and anthophyllite). Asbestos causes mesothelioma and cancer of the lung, larynx, and ovary. Also positive associations have been observed between exposure to all forms of asbestos and cancer of the pharynx, stomach, and colorectum".

- che nel quarto "considerando" della direttiva 477/83/CEE e l'undicesimo "considerando" della direttiva 148/2009/CE, si fa riferimento all'assenza di un limite di soglia;

- che la IARC lo ha ribadito: "At present, it is not possible to assess whether there is a level of exposure in humans below which an increased risk of cancer would not occur";

- che lo stesso Prof. Irving Selikoff in "Asbestos and disease" del 1978, afferma testualmente: "the trigger dose may be small, in some cases extraordinarily so" – Selikoff, Asbestos and Disease, Accademy Press 1978, Relationships – second criterion, p. 162) e ciò evidenzia come anche poche fibre, e dunque una c.d. "trigger dose" - anche "straordinariamente piccola", può determinare l'insorgenza quantomeno del mesotelioma;

- che il diritto alla salute è tutelato dall'art. 32 della Costituzione;

- che con l'art. 1 L. 833/1978, prima le USL e poi le ASL sono state istituite per rendere concreto il precetto costituzionale della tutela della salute.

*** **

In ordine all'evento tragico e drammatico, che si è verificato lo scorso 14.08.2018, ritengo opportuno e doveroso procedere nei seguenti termini:

• Accesso agli atti nei confronti di ASL e ARPA, per acquisire le relazioni amianto ex art. 9 della L. 257/92, e i piani di lavoro della bonifica amianto ex art. 256 del D.L.vo 81/2008, sia con riferimento al pregresso (al fine di verificare la presenza di amianto sia nel ponte, sia, soprattutto negli altri siti, ivi comprese le installazioni ferroviarie – si pensi alle massicciate ferroviarie con presenza di amianto, per utilizzo degli scarti della miniera di Balangero da parte delle Ferrovie dello Stato), sia in riferimento ai lavori da eseguire, sia sul sito del ponte, che degli altri siti, e in riferimento alle case da abbattere che, essendo state tutte realizzate prima dell'entrata in vigore della L. 257/92, presentano materiali di amianto e contenenti amianto;

• Accesso a tutti gli atti e documenti, anche quelli relativi ai lavori da eseguire, sia in relazione allo specifico interesse, ex art. 22 della L. 241/90, sia a titolo di indagini difensive, ai sensi dell'art. 391 bis e quater c.p.p.. Infatti è permesso alle parti offese, in questo caso anche il Comitato, e/o l'ONA, di acquisire tutti gli elementi utili, sia in riferimento al procedimento penale pendente, sia per ulteriori ipotesi di reato, ivi compresi i reati ambientali per presenza di amianto anche nelle stesse macerie.

- Istanza ex art. 335 c.p.p. da rivolgere al Sig. Procuratore Capo della Repubblica, in riferimento al rischio amianto presente e/o utilizzato nelle tecniche costruttive, fino all'entrata in vigore in data 1 aprile 1993 del divieto di utilizzo per effetto dell'art. 1 della L. 257/92.

Road maps

- Immediata richiesta di accesso agli atti nei confronti di tutte le autorità e nei confronti della procura l'istanza ex art. 335 c.p.p.;

- Con l'occasione, si chiederà un incontro con il Procuratore Capo, al quale, nell'ambito del procedimento già pendente, potrebbe disporre l'accertamento e la verifica dell'eventuale presenza di amianto, poiché in tal guisa, proprio in seguito alla caduta del ponte, si è già venuta a determinare un'aerodispersione di polveri e fibre di amianto e dunque un danno per la salute e per l'ambiente, cui faranno seguito, purtroppo, nei prossimi decenni, patologie asbesto correlate molte delle quali purtroppo mortali (si confida che proprio per tali profili, il problema amianto debba essere ricompreso nel filone di indagine principale);

- Nel caso in cui il Procuratore ritenesse di non estendere le indagini per verificare la presenza o meno di amianto, a questo punto si potrebbe depositare un esposto sia a nome dell'associazione, sia a nome dei comitati, sia a nome dei singoli cittadini e chiedere le indagini. Anche se il Procuratore negasse le indagini, possiamo noi stessi eseguire tali indagini, attraverso le indagini difensive. Si chiederebbe al PM di poter attingere i campioni e di sottoporli ad esami con laboratori specializzati autorizzati. Tali attività possono essere svolte e le istanze possono essere formulate anche prima del deposito dell'esposto denuncia. Il codice di procedura penale prevede lo svolgimento delle indagini difensive anche prima di un eventuale esposto denuncia e per verificare la sussistenza o meno di quegli indizi a fronte dei quali poter eventualmente depositare l'istanza di giustizia in sede penale.

Roma, 07.02.2019

Il Presidente
(F.to Avv. Ezio Bonanni)

Nota integrativa:

L'Osservatorio Nazionale sull'Amianto – ONA ONLUS – è un'associazione di utilità sociale, iscritta all'Anagrafe delle ONLUS dell'Agenzia delle Entrate con prot. 79949 del 6 Dicembre 2010; accreditata dal Ministero della Salute nell'Elenco in rete del volontariato della salute; iscritta al n. 852 dell'Albo delle Associazioni della Provincia di Roma con determina n. 1849 del 22.04.2013 e ha sede legale in Roma, Via Crescenzo, n.2 – 00193 (Codice Fiscale: 97521310587), di cui il **Presidente è l'Avv. Ezio Bonanni**.

L'Associazione, fin dalla sua costituzione, il 5 agosto del 2008, ha raccolto **l'adesione delle vittime, dei loro familiari, ma anche di tanti cittadini, uomini e donne, lavoratori dipendenti e liberi professionisti, studenti e professori**. L'Osservatorio grazie all'adesione e all'attività di volontariato di migliaia di lavoratori e cittadini, in tutto il **territorio nazionale**, è presente in tutte le regioni d'Italia e sui social network (Facebook, twitter e Youtube).

Per realizzare le finalità dello Statuto:

- promuovere e tutelare la salute in ogni ambito di esplicazione della vita umana, attraverso la **prevenzione primaria** (bonifica dei siti per evitare ogni forma di esposizione), **prevenzione secondaria** (diagnosi precoce, assistenza medica, ricerca scientifica, etc.) e **prevenzione terziaria** (epidemiologia, riconoscimento delle prestazioni previdenziali e del risarcimento dei danni e punizione dei responsabili).
- rappresentare, tutelare, assistere moralmente e materialmente i lavoratori ed i cittadini esposti ad amianto, ad altri patogeni e ad altri rischi professionali.
- Tutelare i diritti costituzionalmente garantiti a ogni persona, con particolare riferimento alle lavoratrici e ai lavoratori, e alle persone che, loro malgrado, sono escluse, emarginate e discriminate a causa di ragioni fisiche, psichiche economiche, sociali e familiari.

L'Associazione per perseguire tali finalità svolge la sua attività:

- al fianco dei lavoratori esposti ed ex esposti, assistendoli legalmente per il riconoscimento dei benefici previdenziali e della malattia professionale e per il risarcimento danni;

- al fianco delle Istituzioni locali e nazionali nella costruzione di un contesto normativo in cui il bando dell'amianto e degli altri agenti tossici patogeni sia dotato di effettività;
- al fianco della Magistratura, nella sua azione, individuazione e di repressione dei reati contro la salute e contro l'ambiente, e nella sua azione di ristoro dei danni causati ai singoli danni e alle comunità;
- al fianco delle strutture mediche, con l'obiettivo di potenziare gli interventi di prevenzione primaria, secondaria, di conoscenza e di informazione sugli effetti degli agenti tossici patogeni;
- al fianco e insieme ad altre Associazioni che perseguono valori e principi coincidenti con i propri, con le quali intende agire in sinergia per la tutela dell'ambiente, della salute, dei diritti dei cittadini e dei lavoratori, perseguendo insieme tutte le possibili iniziative di sviluppo.

Tutti i lavoratori e i cittadini che sono stati esposti per motivi professionali a polveri e fibre di amianto e altri cancerogeni, e che avessero necessità potranno quindi rivolgersi all'Associazione che, **gratuitamente**, porrà i suoi medici volontari a loro disposizione.

Il contributo di questo Dipartimento si è rivelato decisivo per permettere alle vittime dell'amianto e degli altri cancerogeni e agenti tossico-nocivi per ottenere la tutela dei loro diritti e ha portato al conseguimento di numerosi riconoscimenti di malattie professionali e di diritto al **prepensionamento per esposizione amianto** oltre a diversi risarcimenti e alla condanna di diversi imputati, oltre al rinvio a giudizio di molti responsabili di condotte dannose e pericolose alla salute umana.

L'assistenza viene fornita anche attraverso gli sportelli amianto disseminati su tutto il territorio nazionale e con gli sportelli virtuali sui social network, facebook e su instagram.

Tra gli strumenti, attraverso il quale gli associati (ma anche coloro che non sono iscritti) possono avere accesso a tutte le notizie e i fatti inerenti l'amianto e gli altri cancerogeni, vi è il **Notiziario sull'amianto ONA ONLUS**.

Nel 2016 sono stati stimati circa **1.900 nuovi casi di mesotelioma**, 1.500 in soggetti di sesso maschile e 400 nei soggetti di sesso femminile (0,6% e 0,3% di tutti i tumori incidenti, rispettivamente)

L'Osservatorio Nazionale Amianto, che dal 2008 si schiera al fianco delle vittime e dei familiari vittime dell'amianto, ha in corso il censimento delle diverse patologie asbesto-

correlate attraverso la piattaforma digitale **REPAC ONA** (<https://www.onanotiziarioamianto.it/wp/ona/chi-siamo-repac/>), strumento che permette di avere un **quadro complessivo completo** riferito a tutte le patologie asbesto correlate e non già circoscritto ai soli casi di mesotelioma che sono gli unici censiti dal sistema pubblico.

L'Osservatorio Nazionale Amianto continua, infatti, a rivendicare un **aggiornamento delle tabelle Inail** (rispetto all'ultimo DM del 09.04.2008 / 11.12.2009 / 12.09.2014), con l'inserimento di tutte le patologie della lista 2 e 3 nella lista 1.

Secondo Iarc 2012 (International Agency for Research on Cancer), tra le neoplasie causate dall'esposizione all'amianto, **oltre al mesotelioma, che è solo la punta dell'iceberg, e i tumori della laringe, dell'ovaio, della faringe, dello stomaco, del colon retto e quelle fibrotiche - asbestosi, placche pleuriche e ispessimenti pleurici e per complicazioni cardiocircolatorie, rientrano anche il cancro alla laringe e alle ovaie, ed, inoltre è stata confermata l'associazione tra esposizione ad amianto e maggiore incidenza di cancro alla laringe, allo stomaco e al colon retto.** L'Inail ha inserito nella lista 1, oltre alle patologie fibrotiche, i mesoteliomi, il tumore al polmone, il tumore alla laringe, il tumore dell'ovaio, e nella lista 2 il tumore della faringe, il tumore dello stomaco e il tumore del colon retto e nella lista 3 il tumore dell'esofago.

In difesa degli abitanti di Borzoli e Fegino dalle emissioni tossiche di idrocarburi

**Antonella Marras presidente
"Comitato spontaneo cittadini
Borzoli e Fegino"**

A seguito del crollo del ponte Morandi le Aripersioni sulla viabilità e la vita degli abitanti di Via Borzoli sono state importanti. Via Borzoli è stata per oltre 3 mesi l'unica strada cittadina di collegamento tra la Valpolcevera e il resto della città. Anche Corso Perrone, lato ovest del ponte, quasi inspiegabilmente, venne chiusa al traffico. Come comitati già attivi sul territorio, abbiamo sentito la necessità di unirci in un coordinamento perché la demolizione e ricostruzione non diventino un aggravante ad una situazione già critica della Valle anche a causa di tutte le operazioni di stoccaggio dei detriti, traffico per il trasporto delle macerie, oltre ovviamente a tutte le operazioni di questo grande cantiere.

Il Comitato spontaneo cittadini Borzoli e Fegino, di cui sono attualmente la presidente, si è costituito a seguito del disastro che ha investito il nostro quartiere il 17 aprile 2016 a seguito della rottura di una tubatura dell'azienda Iplom, mentre trasportava petrolio dal Porto Petroli di Multedo verso la raffineria di Busalla a 30 km circa da Genova alla quale è collegata da numerose condotte.

Intorno alle 19.30 con le urne ancora aperte per il referendum sulle trivelle, andato perso per il mancato raggiungimento del quorum, sono stata avvisata in modo concitato da un concittadino, di affacciarmi al balcone dove ho potuto constatare il disastro. 700 mila litri di petrolio si erano riversati nel letto del torrente sotto casa, il rio Fegino che poi lo ha portato verso il torrente Polcevera fino a raggiungere il mare e lambire le coste francesi.

I primi ad intervenire furono i vigili del fuoco grazie ai quali è stato scongiurato un disastro di proporzioni ancora più devastanti.

Sono seguiti in modo abbastanza tempestivo, gli interventi della protezione civile e la presenza delle istituzioni che erano state allertate.

I primi momenti sono stati concitati perché in effetti, in colpevole assenza di un piano di emergenza esterno dedicato alle tubature che trasportano materiali pericolosi, gli interventi dei Vigili del Fuoco, per come li abbiamo vissuti noi abitanti, sono stati determinati unicamente dalla loro capacità gestionale dell'emergenza dettata dall'esperienza, ma è parso da subito che non vi fosse una vera concertazione e conoscenza di quanto stesse accadendo, successivamente siamo venuti a sapere che in quei momenti, non si era a conoscenza né della quantità di prodotto fuoriuscito e neppure di che prodotto si trattasse, tanto che, nonostante le forti esalazioni decisamente fastidiose, che stavamo respirando, abbiamo deciso di non recarci nei pronto

soccorso per poter essere anche d'aiuto in caso di un'eventuale necessaria evacuazione tenendo conto anche dell'età media e delle criticità degli abitanti del quartiere. La sensazione era di confusione, nessuno tanto meno noi abitanti, sapevamo quali fossero i comportamenti da tenere in caso di incidente.

Si evidenziò, in seguito all'esposto che il comitato ha presentato in tutela e in modo assolutamente collaborativo con la magistratura che si occupa dell'indagine che, anche i piani di emergenza che la prefettura avrebbe dovuto aggiornare non erano stati aggiornati da anni e vi erano mancanze nella documentazione sui rischi e quant'altro evidenziati poi anche nell'esposto presentato.

È stata realizzata una prima fase di MISE, messa in sicurezza di emergenza, in base alla normativa vigente sotto l'egida delle amministrazioni locali nella quale venne asportato molto materiale impregnato di petrolio.

Ovviamente lo stato di apprensione per le ricadute di questo disastro sulla nostra salute era ed è molto alto, vista la mancanza di un monitoraggio continuativo e di una analisi dello stato di salute degli abitanti per altro necessario essendo il deposito classificato quale industria insalubre di prima classe.

Ci indigniamo per 700 mila litri di petrolio fuoriuscito, ma dovremmo indignarci anche solo per mezzo litro di petrolio perché non deve accadere.

Attualmente la situazione della bonifica non prevede ulteriori azioni se non un controllo disposto da una determina del Ministero per l'ambiente al quale è passato il controllo della procedura, che riguarderà per i prossimi tre anni l'analisi delle acque sotterranee dei torrenti e del fronte del Polcevera. Quello su cui terremo alta l'attenzione sarà verificare lo stato in cui si troverà l'alveo del rio Fegino quando le tubature attualmente presenti dovranno essere spostate, ricordo fruttano quale concessione ben 1356.22€ ... ANNUI!, per realizzare i lavori per la preventivata messa in sicurezza idraulica del Rio Fegino attualmente sospesa, anche per la presenza delle tubature e perché il progetto è in fase di rielaborazione dopo che con il comitato abbiamo rilevato delle problematiche da dover superare.

Nei giorni successivi al disastro, circa 50 persone abitanti del quartiere si sono recate presso l'unità mobile che è stata messa a disposizione dalla ASL lamentando problemi respiratori, bruciori agli occhi e gola, ma tutto è stato sottovalutato dicendo che nessuno al momento avesse avuto problemi davvero gravi e poi erano solo 50 quelli che si sono rivolti alla unità mobile ...

Ci siamo mobilitati perché ovviamente Fegino e Borzoli non sono solo petrolio e servitù ed è necessario come stiamo cercando di fare, di far capire che il problema non è solo di Fegino ma di tutta la città, la regione il paese.

Solo a Genova abbiamo decine di linee di condotte che scorrono sotto le nostre case, nei nostri terreni, vicino a scuole e infrastrutture varie ma questo accade in tutta Italia e il problema è anche che a queste tubature, non venga applicata la normativa Seveso III per quanto riguarda la manutenzione e il controllo oltre al fatto che non vengono realizzati piani di emergenza dedicati, come ho detto.

Proprio per questo con l'Associazione Altra Liguria abbiamo presentato una petizione che abbiamo consegnato corredata da oltre 5000 firme al Presidente della Camera, dalla quale è scaturita anche una proposta di legge attualmente in discussione nelle commissioni ambiente e sviluppo economico, proprio perché quanto accaduto il 17 aprile 2016 possa essere di insegnamento che i disastri si devono e possono evitare.

Peraltra la petizione chiede che tutta una serie di normative esistenti che vanno a tutela della salute degli abitanti possano essere accorpate in un unico documento che renda più agevole per i sindaci, primi responsabili della salute delle persone,

l'utilizzo anche per impartire prescrizioni.

Tutto questo in un periodo auspicabile di transizione verso una riconversione ecologica dell'economia e dell'approvvigionamento energetico.

Nel frattempo le persone possono comunque attivarsi per richiedere la tutela della salute e sicurezza per chi vive a contatto con queste aziende altamente inquinanti, facendo rispettare le normative esistenti.

Da sempre denunciavamo le importanti esalazioni cui siamo sottoposti per la presenza del deposito di idrocarburi da sempre chiediamo monitoraggi costanti di tutti gli inquinanti, la risposta è sempre la stessa, mancano i soldi per acquisire gli strumenti e seppur la normativa prevede un certo numero di centraline fisse da posizionare nulla vieta che si possano fare rilievi con postazioni mobili che però sono sempre insufficienti per coprire il fabbisogno dell'intera città figuriamoci della regione.

Eppure la Regione prevede l'applicazione di tecniche modellistiche che possano rilevare le fonti inquinanti dividendole per tipologia.

Ovviamente il monitoraggio non può essere fine a se stesso ma deve portare il Comune, e il Sindaco in funzione di massima autorità sanitaria, a concertare un protocollo operativo con Regione Asl e Arpal per analizzare il rischio sanitario in atto da inquinamento atmosferico, si tratta dunque di svolgere uno studio sul danno sanitario prodotto dalla presenza di questa azienda presente sul territorio attraverso ad esempio, la metodologia del monitoraggio ambientale su indicatori di interesse sanitario.

Come Comitato abbiamo anche deciso di aderire ad un monitoraggio attraverso centraline poste direttamente sui nostri balconi così come da progetto proposto dall'associazione Rinascimento Genova alla quale aderiamo, sulla spinta dell'esperienza fatta dal comitato No Inceneritore di Firenze, proprio perché tra gli obiettivi del comitato c'è quello della creazione di consapevolezza tra le persone che porti alla volontà di tutelare il diritto alla salute.

Da ricordare che un deposito di idrocarburi è classificabile tra le industrie insalubri di prima classe quindi è possibile assoggettarle a prescrizioni e monitoraggi a tutela della salute.

Quindi Comune e ASL devono lavorare insieme predisponendo rapporti sul potenziale impatto sanitario delle emissioni dell'impianto.

È opinione che i depositi non debbano avere autorizzazioni alle emissioni, però questo in base alla normativa generale sulle autorizzazioni n. 269 del Dlgs 152/2006 indica che comunque i gestori debbano attuare ogni procedura necessaria per abbattere le emissioni.

Secondo il giurista che ci coadiuva, si potrebbe comunque attivare l'Autorizzazione Unica Ambientale (DPR 59/2013) proprio per gli impianti che non necessitano di autorizzazioni specifiche (AIA ecc.) che non limita i poteri di autorità sanitaria del Sindaco che quindi potrà essere strumento per prevenire le emissioni. (AUA e valutazione sanitaria ex industrie insalubri).

Ad integrazione di tutto questo si deve tenere conto anche del art. 272bis del Dlgs 152/2006 che prevede inoltre esplicitamente misure e prescrizioni atte a limitare le emissioni odorigene, che non devono necessariamente essere rilevate da strumenti ma, come nel nostro caso, determinate da denunce fatte dalla popolazione che le subisce direttamente.

Per quanto riguarda la tutela della sicurezza per chi vive vicino ad impianti a rischio incidente rilevante che, ricordo, a Genova sono ben 12 dislocate tra Ponente e Valpolcevera per la maggior parte, si deve ancora attuare tutta la procedura per la reale applicazione delle misure di prevenzione in caso di incidenti previsti dai piani di emergenza esterni redatti dalla Prefettura

che ad oggi non sono ne realmente conosciuti dalla popolazione ne sono stati previste azioni quali esercitazioni.

Viviamo in un quartiere di una periferia da sempre assoggettata a servitù prima di una industrializzazione pesante e altamente inquinante che ha lasciato segni, una volta dismesse le lavorazioni, sia dal punto di vista ambientale con mancate e inefficaci bonifiche, sia da quello sociale con i più alti tassi di povertà e problematiche, dall'abbandono scolastico al deserto occupazionale a problemi sociali, poi dallo scippo di ogni servizio sanitario, dei trasporti, per lasciare nuovamente spazio alle nuove servitù dettate dalle grandi opere attive quali il terzo valico che stanno procurando problemi anche a livello di preoccupazioni sulla salute per la presenza di amianto nelle terre da scavo come per la distruzione di un territorio già fragile dal punto di vista idrogeologico che ha visto come solo presunta "riqualificazione" la nascita di centri commerciali e grande distribuzione che contribuiscono all'ulteriore abbandono delle piccole attività commerciali e artigiane presenti.

Un territorio dove anche gli indici della maggiore mortalità, di cui stavamo parlando proprio il giorno prima del disastro a Fegino, durante un incontro organizzato dal nostro comitato ironia della sorte, sono i più alti di quelli rilevati in altri quartieri.

Un territorio dove la sensazione è quella di una sospensione dei diritti a partire da quello sancito all'art. 32 della Costituzione, alla salute, che da tempo vede cittadini anche organizzati in comitati denunciare problemi, chi viveva sotto al ponte Morandi lo sa bene, chi vive in tutti i quartieri lo sa bene quante e quali mobilitazioni proprio in difesa di una degna qualità della vita e in tutela della salute e dei territori abbiamo dovuto organizzare nel tempo, dopo che purtroppo le scelte fatte in un passato in cui la sensibilità ambientale era sempre messa in second'ordine alla fame di lavoro, ci costringono ora a trovare soluzioni davvero difficili.

Per questo dovremmo uscire dalla contrapposizione tra ambiente tutela della salute e dei territori e lavoro e soprattutto dovremmo mettere davvero in discussione un sistema che mette al centro i profitti a discapito di queste tutele, a discapito di giuste e necessarie manutenzioni, perché anche se poi ci dicono che tutto era stato previsto che era tutto stato fatto nel migliore dei modi, facendo passare come inevitabili eventi certi disastri e stragi, la realtà è che il tubo si è rotto, il treno è esploso tra le case, la diga ha ceduto, il fiume è esondato ...il ponte è crollato. •



Ricostruzione del Viadotto Valpolcevera

Simon Pietro Salini, per Salc S.p.a.



© MATTEO PLACUCCI Photography



www.salcsa.it

Egr. Sig.
Commissario Ricostruzione Genova
Dott. Marco Bucci
Via di Francia, 3
16149 Genova

c. p.c.

Spett.le
Collegio di Esperti
Prof. Ing. Gianni Bartoli
Prof. Arch. Enrico Bona
Prof. Ing. Pietro Croce
Prof. Ing. Diego Carlo Lo Presti
Prof. Ing. Maria Manassero
Ing. Stefano Pinasco
Ing. Sergio Scanalino
c/o Commissario Ricostruzione Genova
Via di Francia, 3
16149 Genova

Egr. Sig.
Responsabile del Procedimento
Arch. Roberto Tedeschi
c/o Commissario Ricostruzione Genova
Via di Francia, 3
16149 Genova

commissario.ricostruzione.genova@postacert.it

Milano, 20 dicembre 2018

Prot. SPS/vp/18/2509

Oggetto: Ricostruzione del Viadotto Polcevera (c.d. "Ponte di Genova")

Consultazione di mercato per l'avvio di una procedura negoziata senza pubblicazione di bando ai sensi dell'art.32 della Direttiva 2014/24/UE per l'appalto dei lavori di demolizione, rimozione, smaltimento e conferimento in discarica dei materiali di risulta del Viadotto Polcevera, nonché per la progettazione, l'affidamento e la ricostruzione dell'infrastruttura e il ripristino del connesso sistema viario.

S.A.L.C. S.p.A.
Cap. Sociale € 4.500.000,00 i.v.
C.F. e P.I. 01864090673 R.I.A. 2013102

Sede Legale ed Amministrativa
Via Enrico Forlanini, 23 - 20134 Milano
T +39 02 89288900 F +39 02 89288919

Uffici di Rappresentanza
Via del Quirinale, 26 - 00187 Roma
F +39 06 97619794 info.milano@salcsa.it



“Se vogliamo che tutto rimanga com'è, bisogna che tutto cambi”.

La formazione del nuovo governo ha pienamente concretizzato ciò che ha scritto Tomasi di Lampedusa.

Il meglio della capacità progettuale italiana e internazionale si è impegnata per dare una risposta a Genova.

Le più importanti imprese italiane che lavorano in Italia e che fanno lavorare l'Italia hanno dato la loro disponibilità il loro contributo, la loro professionalità il loro entusiasmo, hanno investito il loro denaro ed il tempo dei loro professionisti per Genova con profondo spirito di servizio per il Paese.

Alcune tra le maggiori imprese internazionali hanno fatto altrettanto. Tra queste perfino l'impresa che ha realizzato più ponti di chiunque altra impresa nella storia dell'uomo.

Tutti sono stati chiamati dal Commissario ad uno sforzo eccezionale, in un tempo brevissimo e tutti hanno offerto il loro impegno, la loro proposta, il loro tempo, la loro professionalità anche con figure di prestigio assoluto, ma nessuno ha avuto risposta.

Nessun riscontro dal Commissario e né tantomeno dalla sua struttura, il prestigioso “Collegio di esperti” nominato dal Decreto n°9, tutti progetti preparati con impegno e passione che non hanno avuto riscontri, non è dato nemmeno sapere quali criteri siano stati adottati per definire chi è passato e come, alla fase negoziale e quali siano stati quelli assunti per decretare il vincitore.

Ci si aspettava almeno un confronto aperto e trasparente delle proposte, anche in “streaming”, per avere almeno l'occasione di presentare con orgoglio i progetti e le soluzioni, si sarebbe accettato con garbo il responso. Invece nemmeno un incontro, una lettera, una parola, un confronto per comunicare l'esclusione ed il perché, il tutto non avrebbe certo fatto perdere al Commissario il suo tempo prezioso ma avrebbe dato un senso al tanto tempo prezioso offerto a Genova da centinaia di professionisti.

Il Commissario, in forza dei poteri conferitigli, ha scelto il progetto che ha ritenuto migliore, nessuno chiederà mai ad un giudice di fermare l'attuazione.



2

Non deve essere Genova a pagare il prezzo di eventuali errori e di sicura poca trasparenza e non si vogliono fornire alibi ai ritardi, visto che già si gioca su cosa significhi “un anno” per la ricostruzione. Avevamo garantito 11-13 mesi, proponendo diverse soluzioni tra cui quella di non demolire le abitazioni per l'indeterminazione dei tempi che ne sarebbe derivata e che proprio in questi giorni si sta confermando ed aggravando *come un vero incubo il lato di levante*”.

Tutte soluzioni orientate comunque alle precise richieste del Commissario, leggiamo oggi invece di 12 mesi dal completamento della demolizione che non si sa quando finirà (complice l'amianto). C'era l'impegno a riaprire al traffico entro la fine del 2019 e si legge invece che per la fine dell'anno prossimo si dovrebbe festeggiare la struttura, ma non “percorsibile” ma questo è solo l'inizio.

L'ingegneria e l'imprenditoria italiana delle costruzioni escono mortificate, se mai ne avessero avuto bisogno, da questa ulteriore vicenda italiana, alla quale ha assistito inerme e nella quale ha visto solo ratificare decisioni già da sempre assunte e via via solo confermate da tutti gli attori del governo e dal suo commissario ogni volta che ve n'è stata occasione ed in tutti i media possibili. Però leggiamo nell'ultimo punto del Decreto (6) con il quale il Sindaco e Commissario Bucci ha deciso oggi chi avrà l'onore e l'onere di ricostruire il Ponte “*Amministrazione Trasparente*”.

Ci si auspica solo che le scelte assunte siano le migliori per Genova e che vengano risparmiate alle imprese italiane ulteriori motivi di delusione financo dell'entusiasmo, laddove il panorama delle costruzioni è stato già distrutto anche dalla incertezza e dalle incompetenze di chi pure oggi si pregia, con il rinnovamento, di condurre le sorti del Paese.

Con osservanza.

S.A.L.C. S.p.A.
Il Presidente del Consiglio di Amministrazione
Dot. Simon-Pietro Salina

3

L'OMBRA che MANCA - Genova un anno dopo

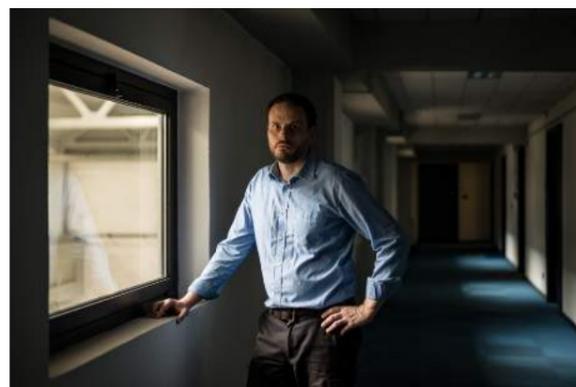
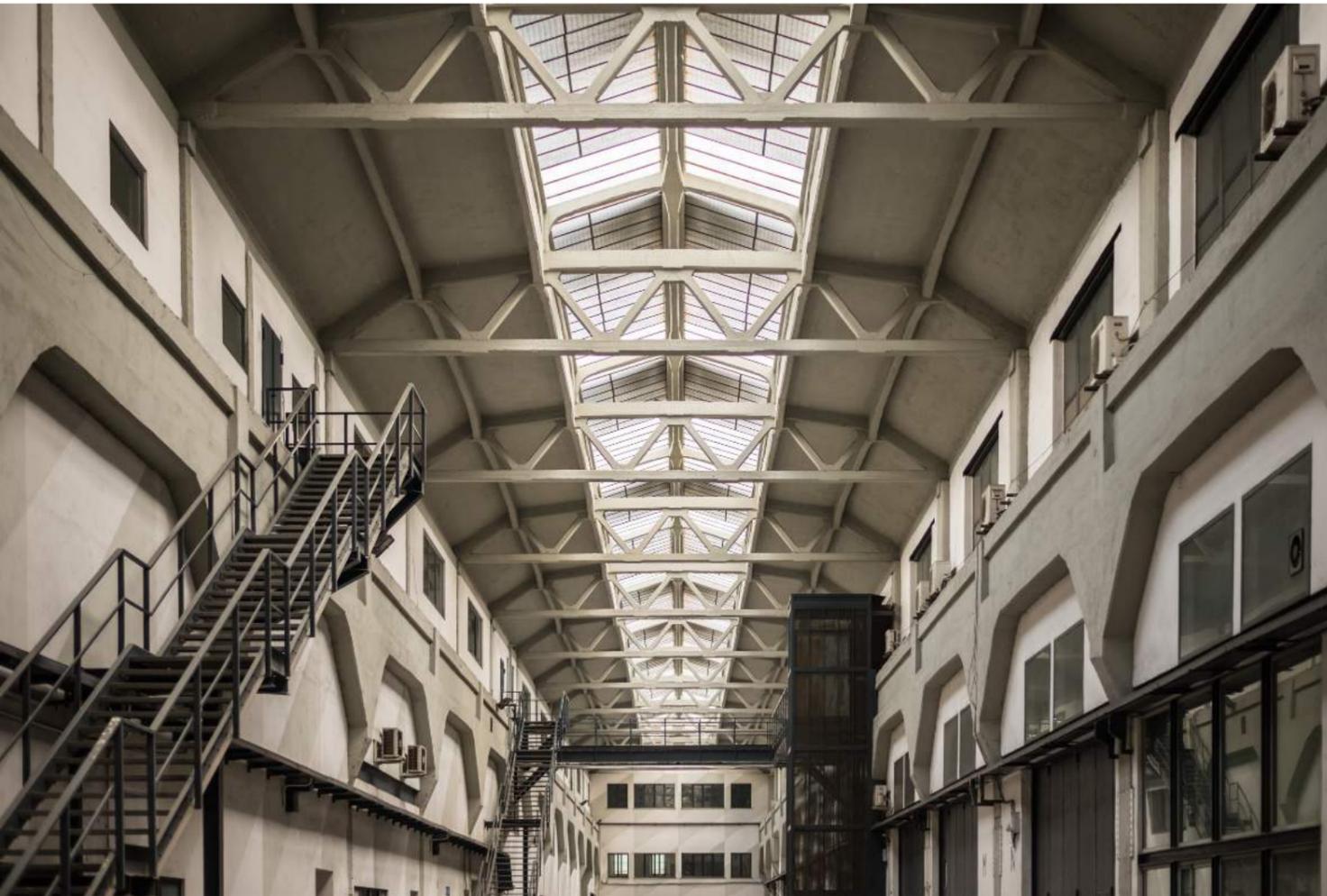
di Matteo Placucci

Alle 11:36 del 14 agosto 2018 il crollo del viadotto autostradale sul fiume Polcevera, conosciuto da tutta Italia come il ponte Morandi, ha portato con sé 43 vittime e lasciato centinaia di sfollati. L'improvviso vuoto ha annullato il collegamento tra l'est e l'ovest effetti delle crisi economiche che da anni hanno investito il Ponente Ligure.

Le successive demolizioni delle abitazioni considerate non agibili e la conclusiva esplosione del 28 Giugno 2019 di ciò che restava del ponte, hanno sgretolato definitivamente i punti cardinali di intere generazioni di genovesi. Il paesaggio della Val Polcevera, territorio montano caratterizzato da una massiva cementificazione frutto dello sviluppo industriale del dopoguerra, è ora nuovamente immerso in un enorme cantiere che contemporaneamente demolirà e ricostruirà in tempi record il nuovo ponte.

Sin dal giorno dopo il crollo del ponte Morandi la città di Genova e tutto il territorio limitrofo hanno subito un enorme disagio che continua tutt'ora, in maniera differente, a 12 mesi di distanza. A causa di quel tragico evento cittadini, attività e territorio ne risultano inevitabilmente impattati sotto molteplici aspetti.





142 • Speciale Morandi. Allegato al n. 243 • 2020

Matteo è un fotografo freelance nato in Italia nel 1983. Il suo percorso professionale inizia nel 2017 in Africa, durante un lungo viaggio durato due anni nel quale ha sentito la necessità di raccontare ciò che vedeva. La volontà di stare a stretto contatto con le persone, imparare la lingua locale e condividere con loro la vita di tutti i giorni gli ha dato la possibilità di sviluppare le pietre miliari della sua fotografia: empatia, sensibilità e capacità di ascolto, sentimenti che vuole far trasparire dalle sue fotografie. Conflitti sociali, problematiche politiche, religione, animali e conflitti ambientali; questi sono solo alcuni degli argomenti che lo hanno spinto a diventare un fotografo e che lo spingono a raccontare quello che succede quotidianamente nel mondo. Dopo il conseguimento del master in fotogiornalismo a Roma nel 2019, si appresta a collaborare con le agenzie di stampa del panorama italiano ed estero.

Tutti gli scatti di questo numero di Galileo e la selezione di questo portfolio fanno parte del lavoro prodotto sul territorio genovese nei mesi precedenti e successivi l'esplosione del 28 giugno 2019 e raccolto in tre diversi reportages: "L'OMBRA che MANCA", "Compagni sfollati" e "VALPOLCEVERA - conflitti ambientali della VALLE DIMENTICATA" tutti visionabili sul sito internet del fotografo.

143 • Speciale Morandi. Allegato al n. 243 • 2020



CONTATTI

- WEB:** www.matteoplacucci.com
- EMAIL:** placuccimatteo@gmail.com
- SOCIAL:** [matteo_placucci_photography](https://www.instagram.com/matteo_placucci_photography)
- MOBILE:** +39 340 236 4809

