



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA**

## **L'Università per Genova**

**Iniziativa tecnica per la città  
a seguito del crollo del Ponte Morandi**

## **Parte I: Generalità**

## Dati di fatto

- Il crollo del Ponte Morandi ha riguardato un'arteria essenziale per il traffico veicolare locale, nazionale e internazionale, compromettendo l'accessibilità e il collegamento di Genova con il resto della rete.
- La caduta ha causato l'interruzione di una parte consistente dell'attuale sistema di trasferimento merci e passeggeri da e per Genova, nonché all'interno della città stessa, generando un complessivo disservizio su larga scala, i cui effetti saranno ancora più percepibili alla ripresa regolare delle attività dopo la pausa di agosto. Sul ponte, infatti, transitavano mediamente 30mila veicoli al giorno, tra pesanti e leggeri.
- La rete si trova dunque, a oggi, in situazione di grave emergenza, cosa che comporterà cambiamenti negli spostamenti quotidiani e che deve anche indurre a ripensare l'assetto generale dei collegamenti e delle loro modalità.
- Le attività del porto che, come è noto, costituiscono più del 10% del valore economico dell'intera Regione, sono risultate fortemente danneggiate. I soli varchi portuali interessati direttamente dall'evento convogliavano infatti, ogni giorno, in entrata e in uscita, più di 10mila Tir al giorno.
- Il bacino del torrente Polcevera, interessato dal crollo e da tutte le alternative di viabilità, si estende per circa 140 km<sup>2</sup> da quota 1113 m (Monte Taccone) alla foce, presso Cornigliano; Il reticolo idrografico del torrente e dei maggiori affluenti è fortemente condizionato dall'assetto strutturale, le cui direttrici principali sono disposte secondo direzioni N-S. La piana alluvionale di fondovalle si estende per una lunghezza di circa 7,5 km e una superficie di 5 km<sup>2</sup>.
- Circa il 13% del bacino del Polcevera è urbanizzato, mentre la piana alluvionale è occupata per quasi il 70% da edifici e infrastrutture.
- La portata media annua del Polcevera è di 4,81 m<sup>3</sup>/s. Storicamente, le aree inondate riguardano principalmente i corsi d'acqua tributari e, nel corso principale, la zona tra Bolzaneto e lo sbocco a mare.
- La Val Polcevera è interessata dalla Gronda di Ponente, in fase avanzata di progettazione, che rappresenta il sostanziale raddoppio dell'A10 nel tratto di attraversamento del Comune di Genova, appunto dalla Val Polcevera fino a Vesima.

## Motivazioni

L'Università di Genova ha costituito un Gruppo di Lavoro (GdL) con l'obiettivo di mettere a disposizione della città le proprie competenze su alcuni macro-ambiti di riferimento. Le attività del gruppo saranno di due tipi:

- ✓ Sul piano consultivo, il GdL è pronto a rispondere alle sollecitazioni delle istituzioni cittadine e degli attori economici sui temi di propria competenza.
- ✓ Su un piano pro-attivo, il GdL, a partire da questo documento, e nei suoi eventuali sviluppi successivi, intende delineare alcune ipotesi di lavoro preliminari, a breve, medio e lungo termine, sui macro-ambiti di seguito descritti in maggiore dettaglio.

Le competenze che il GdL mette a disposizione della città e delle sue istituzioni sono molteplici e sfruttano il carattere fortemente multi-disciplinare dell'Ateneo. Con riferimento alle problematiche relative all'impatto del crollo sulla vita del territorio e senza pretese di esaustività, le conoscenze del GdL comprendono:

- Trasporti e logistica: trasporti e logistica urbana, trasporti terrestri e infrastrutture per la viabilità, intermodalità, piattaforme logistiche e infrastrutture per la logistica, ICT per logistica e sicurezza nei trasporti, portualità, politiche di sviluppo locale, sostenibilità ambientale e sviluppo immobiliare.
- Costruzioni e strutture: analisi e gestione dei rischi naturali; costruzioni in cemento armato, metalliche e in muratura; corrosione e protezione dei materiali; geotecnica per la difesa del suolo; idraulica e morfodinamica fluviale; infrastrutture civili e fluviali; ingegneria del vento; ingegneria sismica; pianificazione e riqualificazione urbanistica e architettonica; impatto territoriale dei progetti infrastrutturali; ingegneria di processo; geomatica e rilievo digitale; ingegneria della conservazione.
- Ambiente e territorio: valutazioni della pericolosità e del rischio geo-idrologico e idraulico; previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi geologici; geodinamica, tettonica e cartografia ecologica; mineralogia ambientale; sismicità e pericolosità sismica; sostenibilità.

A tali conoscenze vanno aggiunte competenze orizzontali che comprendono aspetti tecnico-ingegneristici (modelli per simulazione, sicurezza e controllo dei processi, soluzioni impiantistiche innovative), economico-manageriali (valutazione degli investimenti, controllo di gestione, marketing), giuridici (diritto dei trasporti e della navigazione, problematiche giuridiche in ambito logistico, ingegneristico, urbanistico, ambientale, ruolo del diritto e delle istituzioni dell'Unione

Europea anche in relazione alle possibilità di accesso a finanziamenti, contenzioso e risoluzione delle controversie), sociologici (analisi e mitigazione dell'impatto sociale).

Questo documento è frutto di alcune riflessioni preliminari del GdL basate sulle competenze di cui sopra e, pertanto, le indicazioni in esso contenute, se considerate di interesse, dovranno essere soggette ad approfondimenti tecnici. Si tratta, cioè, di ipotesi di soluzione che dovranno essere sviluppate nel dettaglio, anche con modelli matematici e simulazioni, per valutarne analiticamente l'impatto e l'efficacia. L'approfondimento di queste ipotesi di lavoro e l'eventuale loro realizzazione potrà e dovrà avvenire nell'ambito della più ampia e stretta collaborazione con Comune di Genova, Città Metropolitana, Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale, ente gestore autostradale, AMT, Trenitalia, ARPAL, ordini professionali, ed eventuali altre istituzioni.

### **Ambiti, tempi, specificazioni**

I tre ambiti di riferimento presi in considerazione in questo documento sono:

- Trasporti e logistica.
- Costruzioni e strutture.
- Ambiente e territorio.

Gli orizzonti temporali utili per l'inquadramento delle risposte/proposte/approfondimenti sono di seguito definiti:

- Breve termine: si tratta di soluzioni transitorie ed emergenziali, tipicamente di tipo organizzativo o regolatorio a livello locale, da implementare nei primi sei mesi dall'inizio delle attività e che prevedono interventi infrastrutturali molto limitati.
- Medio termine: si tratta di soluzioni che richiedono un tempo di implementazione fino a 18-24 mesi e che possono richiedere interventi infrastrutturali limitati o abbastanza significativi.
- Lungo termine: si tratta di proposte con valenza strategica e caratterizzate da orizzonti temporali superiori ai 24 mesi.

## **Parte II: Proposte**

## **Trasporti e logistica**

### **Premesse**

Quelle che seguono sono idee preliminari per possibili azioni sulla domanda e sull'offerta di mobilità. Si tratta di riflessioni e ipotesi di lavoro sulle quali l'Ateneo è disponibile a condividere competenze e realizzare collaborazioni con gli enti e le istituzioni pubbliche e private coinvolte. In particolare, presso l'Ateneo è attivo il Centro di Eccellenza su Logistica, Trasporti, e Infrastrutture (CIELI) che comprende molte delle competenze di Ateneo su questioni legate alla mobilità di merci e persone. Il Centro è in grado di sviluppare analisi qualitative e quantitative sulla domanda di trasporto e sulla sua variabilità, nonché sull'incidenza ed efficacia delle diverse misure ipotizzate con particolare riferimento all'interazione domanda-offerta. Altre competenze relative a questo macro-tema sono presenti in molti dei Dipartimenti di Ateneo che sono pronti a contribuire, anch'essi, alla formulazione di nuove proposte e all'eventuale realizzazione di iniziative comuni.

Va inoltre osservato che le misure, in particolare quelle proposte per il breve termine, tengono conto del costo complessivo (o costo generalizzato) del trasporto, sia per le merci sia per le persone, del principio secondo cui ogni soluzione deve essere percepita come vantaggiosa dall'utente, e del fatto che alcuni lavori sull'offerta sono già in fase di realizzazione. Infine il documento caratterizza le proposte tenendo conto di incidenza geografica, tipologia di utenza (privata e commerciale), e modo di trasporto.

### **Proposte a breve termine**

In questo contesto vengono definite soluzioni a breve termine quelle che permettano il ripristino della mobilità ordinaria da e per la Val Polcevera e un primo decongestionamento della viabilità Est-Ovest e da e per il Porto. Si tratta di proposte con carattere transitorio ed emergenziale, tipicamente di tipo organizzativo o regolatorio, che non prevedono significativi interventi infrastrutturali e auspicabilmente realizzabili entro i primi quattro mesi.

### **Trasporto pubblico collettivo (a supporto di AMT, ATP)**

- Identificazione di misure tariffarie incentivanti per bus e metro e del loro impatto (gratuità temporanea, aumento del tempo di validità del biglietto).

- Identificazione di processi di concentrazione delle risorse aziendali e del loro impatto sull'aumento delle frequenze e sul conseguente finanziamento dello straordinario.
- Individuazione di aree di interscambio all'uscita dei caselli autostradali genovesi, da rendere disponibili gratuitamente.
- Mobilità da e per la Val Polcevera:
  - da/verso Ponente: studio di fattibilità per l'attivazione di un servizio bus che percorra A7 Bolzaneto - Genova Ovest (con varco riservato a Genova Ovest) con meta Stazione FS Sampierdarena.
  - da/verso Levante: analisi di potenziamento del servizio che prevede bus fino a metro Brin, metro fino a stazioni FS Principe e Brignole, (o in alternativa servizio bus fino a stazione FS Sampierdarena), treni verso Levante.
  - Connessione con l'aeroporto: analisi di potenziamento del servizio navetta da FS Sestri Ponente all'aerostazione utilizzando mezzi più capienti e attraverso un percorso diretto.

Mobilità condivisa e semi-pubblica quali taxi, car pooling, car sharing (a supporto di Comune di Genova)

- Studio di applicazione e impatto di soluzioni car pooling “a tecnologia zero” (la proposta del “nastro giallo”), o con applicazioni smartphone esistenti, e nel medio termine con applicazioni dedicate.
- Studio Incentivi ai taxi con corrispondente riduzione delle tariffe agli utenti (integrate dagli incentivi) e/o introduzione di tariffe fisse su specifici percorsi.

Mobilità stradale (a supporto di Comune di Genova, Città Metropolitana, Autorità di Sistema Portuale, Società Concessionarie, associazioni di categoria)

- Incentivazione dei percorsi autostradali alternativi già suggeriti attraverso l'azzeramento delle differenze di pedaggio con rimborsi agli utenti, immediati per i veicoli dotati di Telepass.
- Individuazione di percorsi alternativi che sfruttino l'auspicabile completamento rapido della connessione Genova Aeroporto - Strada a Mare e dei lavori su Lungomare Canepa.
- Proposte di separazione massima possibile dei flussi da/per porto e flussi urbani.



- Studio di fattibilità relativo all'utilizzo di aree buffer (per esempio, via Milano) per l'accesso regolato ai varchi portuali (per esempio, varco Etiopia).
- Utilizzo delle aree ILVA ('strada del Papa') per mobilità merci da e per il Porto.
- Analisi di fattibilità e impatto dell'apertura del porto in orari notturni.
- Analisi di fattibilità e impatto di utilizzi differenziati dei caselli.
- Analisi di fattibilità e impatto dell'utilizzo differenziato della strada a mare (mezzi pesanti) e dell'asse Cornigliano-Pacinotti (auto).
- Proposte di adeguamento della cartellonistica autostradale sulla rete in direzione di Genova.

#### Mobilità ferroviaria (a supporto di Trenitalia, AMT, ATP, e Regione Liguria)

- Analisi di potenziamento dell'offerta ferroviaria est-ovest e, appena possibile, anche da/verso la Val Polcevera, sfruttando la capacità residua delle linee.
- Studio per lo sviluppo dell'integrazione tariffaria TPL e trasporto ferroviario, con copertura ad hoc dei maggiori costi.
- Studio dell'impatto di un collegamento intensificato Busalla – Ronco Scrivia in modo da spostare gli utenti sulla “Succursale dei Giovi”.
- Studio di impatto della temporanea gratuità della ferrovia Casella – Genova.
- Studio di fattibilità e impatto del ripristino delle fermate degli intercity in punti intermedi nelle direttrici Savona-Genova, Alessandria-Genova, La Spezia-Genova, con rimozione dei vincoli per gli abbonati.
- Connessione rapida con aeroporto: studio per l'istituzione di un check-in point a Genova Brignole con navetta ferroviaria fino a Sestri P e navetta bus I-24 potenziata.

#### Mobilità via mare (a supporto di AMT, Aeroporto, Autorità di Sistema Portuale)

- Studio di fattibilità dell'estensione dei servizi urbani Navebus con nuove fermate a Foce, Galata (FS Principe).
- Studio di fattibilità di un collegamento rapido Navebus Foce - Aeroporto con parcheggio e operazioni di check-in alla Foce.

Mobilità merci in distribuzione a Genova (a supporto di Autorità di Sistema Portuale, associazioni di categoria)

- Ricognizione delle esigenze dei corrieri con indagine diretta sugli operatori.
- Ricognizione delle esigenze dei destinatari con ascolto di associazioni di categoria.

Mobilità dolce (a supporto di Comune di Genova)

- Incentivi all'acquisto di biciclette elettriche.

Organizzazione dei servizi, del lavoro, e dei tempi e orari delle attività (a supporto di Comune di Genova, Regione Liguria, associazioni di categoria)

- Studio del possibile decentramento di alcuni servizi pubblici (comunali e non) anche con il coinvolgimento dei municipi, sia come erogatori di servizi (in particolare comunali) sia come terminali per la consulenza ai cittadini per la fruizione di servizi online (comunali e non solo).
- Ricognizione delle opportunità di incentivazione di telelavoro e smart working sia per enti pubblici sia per aziende private.
- Piano sulla diversificazione degli orari di entrata e uscita di alcune attività in modo da ridurre i principali picchi di traffico.
- Progettazione e sviluppo di soluzioni di crowdsourcing (simulazione, algoritmi intelligenti, Smart Technologies, IoT, Web Service, app, servizi già attivi) capaci di raccogliere ed elaborare feedback e proposte della popolazione e delle istituzioni, per valutare dinamicamente la situazione in essere e per migliorare la mobilità del traffico privato, commerciale e pubblico, oltre che la qualità della vita, la sicurezza e il controllo del territorio.
- Sviluppo di soluzioni intelligenti che integrino logistica, attività commerciali e di svago nelle aree Fiumara e lungo Polcevera e che permettano di mantenere attive le attività in essere e di far vivere positivamente la ricostruzione alla popolazione.

**Proposte a medio termine**

Le soluzioni di medio termine traguarderanno la situazione che si determinerà fino alla presumibile realizzazione del nuovo ponte sul Polcevera, con soluzioni che permettano di rispondere alla domanda di mobilità delle persone e delle merci per circa 18-24 mesi. Possono essere compresi limitati interventi infrastrutturali.

#### Trasporto pubblico collettivo (a supporto di AMT, ATP)

- Individuazione di risorse per il potenziamento del trasporto pubblico collettivo, acquisto di nuovi mezzi ed eventuale assunzione di nuovo personale di guida.
- Riorganizzazione della rete di trasporto su gomma da mantenere in vigore fino al ripristino del ponte, con contestuale eventuale individuazione di nuove linee e nuove fermate e conseguente riallocazione delle risorse

#### Mobilità condivisa e semi-pubblica (a supporto di Comune di Genova)

- Sviluppo di applicazioni dedicate per il car pooling.
- Apertura del mercato e potenziamento per i servizi di car sharing.

#### Mobilità ferroviaria e intermodalità

- Definizione di criteri per prorogare/ripristinare l'integrazione tariffaria Trenitalia-AMT-ATP.
- Studio a supporto della revisione del contratto di servizio Trenitalia – Regione Liguria per assicurare maggiori livelli di servizio e maggiori risorse.
- Analisi di soluzioni a supporto dell'interscambio modale ferro-gomma.
- Aeroporto: check-in point attestato a Genova Brignole con navetta ferroviaria fino a Sestri P e navetta bus I-24 potenziata (in prospettiva, fino a nuova stazione FS Genova Aeroporto - Erzelli).

#### Mobilità via mare (a supporto di AMT, ATP, Aeroporto, Autorità di Sistema Portuale)

- Studio di fattibilità per nuovi servizi Navebus, con possibilità di fermate in corrispondenza dell'aeroporto (Marina Aeroporto) e in prossimità della stazione FS P. Principe (Museo Galata) ed eventualmente Foce/Piazzale Kennedy.
- Studio di fattibilità per nuovi servizi autostrada del mare (tratta da Savona a Spezia/Livorno).

#### Mobilità merci in distribuzione a Genova (a supporto di Autorità di Sistema Portuale, associazioni di categoria)

- Studio per incremento e riorganizzazione degli stalli di sosta per le merci.
- Studio per razionalizzazione delle attività di distribuzione, con riferimento ad aree di sosta, fasce orarie e modalità di consegne/ritiri.

### Mobilità dolce (a supporto di Comune di Genova)

- Studio per il potenziamento del bike sharing con aumento del numero dei parcheggi e dei mezzi, in particolare in corrispondenza delle stazioni ferroviarie.
- Potenziamento delle strutture di sosta per biciclette.
- Circuiti pedibus e bicibus per i bambini delle scuole.

### Organizzazione dei servizi, del lavoro, e dei tempi e orari delle attività (a supporto di Comune di Genova, Regione Liguria, associazioni di categoria)

- Avvio del decentramento dei servizi pubblici con l'attivazione dei municipi, sia come erogatori di servizi (in particolare comunali) sia come terminali per la consulenza ai cittadini per la fruizione di servizi online (comunali e non solo).
- Avvio di telelavoro e smart working sia per enti pubblici sia per aziende private.
- Attuazione della diversificazione degli orari di entrata e uscita di alcune attività in modo da ridurre i principali picchi di traffico.

### **Proposte a lungo termine**

Le soluzioni di lungo termine riguardano l'assetto definitivo del sistema della mobilità nella Città Metropolitana di Genova, prevedendo sia la ricostruzione del viadotto sul Polcevera, sia la Gronda, sia il terzo valico ferroviario, nonché le implementazioni delle linee guida già indicate nel Quadro Strategico del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile. Per queste misure si fa direttamente riferimento ai principi e alle misure proposte nel "Quadro Strategico" del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile, consegnato al Comune e alla Città Metropolitana di Genova nel 2018, assumendo come data la ricostruzione del viadotto della A10, il ripristino della viabilità autostradale e di quella (stradale e ferroviaria) sottostante, e la prosecuzione e completamento degli altri progetti infrastrutturali già approvati o in corso di realizzazione, segnatamente la c.d. "Gronda" autostradale di Ponente e il c.d. terzo valico ferroviario dei Giovi.

## **Costruzioni e strutture**

### **Premesse**

Il settore dell'ingegneria strutturale e delle costruzioni ha competenze sulla sicurezza strutturale dei manufatti, siano essi esistenti che di nuova progettazione. In questo ambito, il GdL non intende interpretare la dinamica del crollo del Ponte Morandi e le relative cause, ma fornire fin da subito un supporto nella valutazione delle condizioni delle strutture non crollate (campate non crollate del ponte e costruzioni presenti nell'area). Nel medio termine, può essere fornito un supporto all'identificazione di soluzioni possibili per l'eventuale ricostruzione del ponte. Infine, nel lungo termine, nell'Ateneo sono presenti competenze per la formulazione di pareri sui progetti e laboratori per la qualificazione e controllo dei materiali da costruzione.

Le discipline coinvolte sono quelle della Scienza e della Tecnica delle costruzioni, della Geotecnica, della Geomatica (Topografia), del Rilievo e rappresentazione, della Chimica e Tecnologia dei materiali (per gli aspetti legati al degrado). Inoltre il tema del rischio idraulico deve essere considerato nella progettazione del nuovo ponte e di ogni altra costruzione che interagisca potenzialmente con l'alveo del torrente Polcevera. Infine, le tematiche urbanistiche costituiscono la premessa fondamentale a ogni corretta riprogettazione urbana. Queste competenze sono presenti nell'Ateneo di Genova in vari dipartimenti e, in particolare, presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA) e il Dipartimento di Architettura e Design (DAD). In particolare, presso il DICCA è operante un Laboratorio Materiali e Strutture, in grado di svolgere indagini diagnostiche "in situ", monitoraggi statici e dinamici, identificazione strutturale. Inoltre è presente una Galleria del Vento, attraverso la quale caratterizzare le azioni eoliche di progetto su opere vulnerabili a questo tipo di azione, come un ponte di grande luce e altezza da terra.

### **Proposte a breve termine**

Con una prospettiva temporale molto ravvicinata e comunque non superiore ai 6 mesi, l'Ateneo sarebbe in grado di fornire:

- Identificazione del sistema strutturale originale ed attuale del Ponte Morandi, a seguito del crollo di una coppia di pile, sulla base di una lettura degli elaborati progettuali originali, di un riscontro "in situ" dei dettagli costruttivi e attraverso misure dinamiche di vibrazione ambientale e modellazione numerica.

- Valutazione delle condizioni di sicurezza statica delle campate non crollate del ponte attraverso verifiche strutturali che considerino il diverso comportamento nel suo stato attuale di opera parzialmente crollata, dovuto alle relative asimmetrie di carico e mancanza di vincoli.
- Diagnosi dello stato di dissesto indotto nelle campate non crollate dalle deformazioni e dai possibili impatti avvenuti su queste da parte delle porzioni crollate. A tal fine potranno essere usati rilievi laser-scanner e ispezioni con droni, per esaminare dettagliatamente lo stato del manufatto, da compararsi con quello antecedente al crollo, sicuramente disponibile presso Autostrade.
- Monitoraggio dinamico e deformativo del ponte nello stato attuale, a partire dal modello prima identificato, per evidenziare tempestivamente eventuali condizioni di criticità.
- Indagini sui materiali, in particolare sulle condizioni di resistenza del calcestruzzo, attraverso prove di tipo indiretto (“in situ”) e diretto (in laboratorio su campioni prelevati attraverso microcarotaggio).
- Valutazione delle condizioni statiche e sismiche degli edifici collocati sotto al ponte (o nell’area limitrofa), a supporto di analisi costi-benefici che possano supportare (insieme a considerazioni di natura sociologica e urbanistica) la decisione se sia più opportuno conservarli o demolirli e ricostruirli, facilitando in questo modo le operazioni di demolizione del ponte.
- Suggesti per il progetto di eventuale demolizione del ponte, in particolare se questa dovesse avvenire in modo controllato, mantenendo la presenza degli edifici sottostanti, con valutazione delle condizioni di staticità nelle diverse fasi operative dello smontaggio.
- Attività di raccolta di proposte strutturali sull’eventuale costruzione di un nuovo ponte provenienti da ambienti accademici e di ricerca nazionali e internazionali.

### **Proposte a medio termine**

Le analisi di medio termine sono quelle che richiedono una preventiva decisione sulla soluzione da adottarsi nel lungo termine per l’assetto delle nuove opere infrastrutturali.

In particolare, nel caso in cui si dovesse decidere di ricostruire il ponte autostradale sul Polcevera, le attività potrebbero consistere in:

- Analisi delle soluzioni tecniche possibili per la ricostruzione del ponte (sospeso, strallato, viadotto a travata, ecc.), attraverso una comparazione tra diversi sistemi strutturali compatibili con le condizioni al contorno (luce complessiva, quota di impalcato, interazione delle pile con l'ambiente urbanizzato sottostante), evidenziando i relativi costi e tempi di realizzazione. In particolare, a valle di decisioni urbanistiche sulla destinazione d'uso dell'area influenzata dal tracciato del ponte, saranno noti i vincoli per la realizzazione delle pile; questo indirizzerà la scelta della soluzione ottimale per il nuovo ponte.
- Caratterizzazione del vento di progetto nell'area, attraverso analisi statistica direzionale del vento misurato negli anni dall'anemometro del vicino Aeroporto e ricostruzione, attraverso modelli numerici, del campo di vento nella parte finale della Val Polcevera.
- Valutazione della risposta al vento e all'azione sismica di diverse possibili soluzioni tecnico-strutturali per il ponte.
- Valutazione dell'impatto delle attività di cantiere per le diverse tipologie strutturali scelte, in relazione ai tempi di esecuzione, necessità di trasporto di materiali ed elementi di notevole ingombro.

### **Proposte a lungo termine**

Si tratta di attività di supporto alla progettazione e realizzazione del nuovo ponte (nel caso si decida per la sua ricostruzione) e di tutte le nuove costruzioni (edili e industriali) e opere infrastrutturali connesse. Esse richiedono che siano definite le diverse scelte tipologico-strutturali.

- Modellazione aerodinamica del nuovo ponte, per la valutazione delle azioni indotte dal vento, da considerare nella progettazione. Ciò potrebbe richiedere prove da eseguirsi nella galleria del vento del DICCA.
- Analisi della risposta sismica del ponte, attraverso analisi dinamiche non-lineari, per una valutazione più attendibile del rischio nei riguardi dei diversi stati limite prestazionali.
- Formulazione di parere sul progetto definitivo.
- Prove di laboratorio sui materiali durante la fase di cantiere, per i controlli di norma sulla accettazione dei materiali.
- Definizione di un progetto di monitoraggio permanente del nuovo ponte, per un controllo in tempo reale della sicurezza ed una gestione ottimale delle opere di manutenzione.
- Definizione di misure per la riqualificazione urbana nelle zone interessate dal crollo.

## **Ambiente e territorio**

### **Premesse**

Le proposte che seguono hanno carattere preliminare e scaturiscono dalle conoscenze finora acquisite sul sistema ambientale-territoriale della Val Polcevera su cui insistono sia il ponte in oggetto sia le alternative diversamente prospettate e a differenti livelli di progettazione. Tali conoscenze sono riassunte in diversi rapporti e piani, primi fra i quali il Piano Urbanistico Comunale e il Piano Territoriale provinciale, gli studi di incidenza e di impatto degli stessi piani e del progetto relativo al nodo autostradale di Genova. Inoltre, si tratta di competenze disponibili presso l'Ateneo di Genova, anzitutto presso il Dipartimento di Scienze della Terra, Ambiente e Vita (DISTAV) e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA), ma anche presso altri Dipartimenti e Centri Interdipartimentali.

Soluzioni e prospettive devono essere affrontate focalizzando l'attenzione sull'area interessata direttamente e indirettamente dal crollo del ponte, ma anche estendendo lo sguardo all'intero bacino della Val Polcevera e al Ponente genovese. Gli studi di incidenza e di impatto relativi alla 'Gronda di Ponente' hanno messo in luce come il tracciato risulti coerente con il PTCP nonché con il PTC provinciale (e con il nuovo piano paesaggistico regionale in via di redazione), corrispondendo agli obiettivi di contenimento dell'impatto ambientale e di temperazione dell'efficienza trasportistica delineati nello stesso PTC. Le criticità, più volte sollevate, derivanti da zone caratterizzate dalle 'rocce verdi' (contenenti amianto) attraversate dal tracciato della "Gronda di Ponente" sono state affrontate ricorrendo allo scavo meccanizzato con Tunnel Boring Machine (TBM) e a una gestione non tradizionale del trasporto dello 'smarino' fino al porto. A seguito del crollo del ponte "Morandi" e del nuovo temporaneo sistema di traffico che si estende ad assi viari nell'area di competenza portuale (ILVA), potrebbero o meno (a seconda delle tempistiche di cantiere) evidenziarsi interferenze con le operazioni di movimentazione e stoccaggio definitivo nel canale di calma aeroportuale del materiale prodotto, calcolato in circa 10 milioni di m<sup>3</sup>.

Sotto il profilo biotico, la vallata del Polcevera rientra tra i principali collegamenti ecologici della rete nel territorio comunale di Genova; tale funzione di collegamento viene svolta dai corridoi idrici che comprendono, oltre ai torrenti stessi, buona parte degli affluenti principali, che nel complesso costituiscono vie di connessione importanti per le specie non solo strettamente acquatiche ma anche per popolazioni legate in diversa misura a zone umide. Il P.U.C. propone inoltre (accanto a



quelli dei torrenti Varenna e Bisagno) il Parco fluviale del Polcevera come uno degli elementi del sistema del verde comunale. Tale ambito fluviale è inoltre collocato nel "Sistema delle infrastrutture e dei servizi" che indica "la fruizione attiva degli alvei dei torrenti Bisagno, Polcevera e Varenna, finalizzata alla libera percorrenza pedonale e ciclabile senza realizzazione di opere edilizie, segnatamente nella parte dell'alveo attivo, favorendo interventi di ripristino della vegetazione ripariale e di tutela della biodiversità".

La carta degli interventi del Piano di Bacino del torrente Polcevera prevede numerosi interventi sia di carattere idraulico sia su versante, inclusi quelli legati al riassetto vegetazionale. Relativamente ai livelli di qualità ambientale, ecologica e delle acque e alla funzionalità fluviale, i dati di monitoraggio dell'ARPAL e degli studi d'impatto evidenziano condizioni generalmente scadenti o pessime nelle stazioni di fondovalle. Le concentrazioni dei metalli pesanti monitorate da ARPAL sono elevate con riferimento particolare a Cadmio e Mercurio, caratteri ricorrenti in aree a inquinamento urbano-industriale.

Dal punto di vista naturalistico, l'intero corso del Polcevera ospita diverse specie ornitiche e, nonostante la densa urbanizzazione, costituisce un'importante rotta migratoria per la sosta di uccelli migratori che dall'Africa si spostano alle pianure europee e viceversa. Ciò è dovuto alla presenza di un'adeguata risorsa trofica e all'assenza di altre zone umide litoranee. Questa funzione ecologica di corridoio va considerata nella scelta delle soluzioni progettuali e nella progettazione di opere che possono interrompere o interferire con la continuità del corridoio stesso.

Già nell'immediato, ma soprattutto per il medio e lungo termine, si ritiene importante valutare e perseguire tutte le possibili soluzioni per migliorare la compatibilità delle destinazioni d'uso e delle opere con le caratteristiche naturali residuali del fondovalle del Polcevera e più in generale dei quartieri ad esso collegati.

### **Proposte a breve termine**

Si tratta di proposte con prospettiva temporale molto ravvicinata e comunque non superiore ai 6 mesi e riguardano questioni di tipo meteo-climatico, geologico/geofisico, sismologico e idraulico.

#### Aspetti meteo-climatici e idraulici (a supporto di ente gestore autostradale, Regione Liguria)

- Definizione del profilo meteo-climatico della Val Polcevera.
- Caratterizzazione idraulica dell'area interessata dal ponte

#### Aspetti geologici e geofisici (a supporto di ente gestore autostradale, Regione Liguria)

- Analisi geologica, geo-morfologica e idrogeologica dell'area interessata da eventuali nuove infrastrutture.
- Valutazione della dinamica del territorio nel recente periodo di esercizio del Ponte Morandi.
- Analisi delle vibrazioni registrate dalle stazioni della rete di monitoraggio sismico di Ateneo prima, durante, e dopo il crollo.
- Ricostruzione, in base alle NTC 2008/2018, dell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree interessate alla costruzione del nuovo viadotto, con particolare riferimento alle opere di fondazione.
- Caratterizzazione geofisica dei siti di interesse al fine di ottenere sia una ricostruzione sismo-stratigrafica dei terreni, sia una valutazione della risposta sismica locale.
- Estensione dell'analisi alla microzonazione di III e di II livello per specifiche aree di interesse (studi utili anche nell'ambito della pianificazione territoriale).
- Rilevamento 'in situ' di tutte le cavità artificiali (rifugi anti-aerei risalenti alla Seconda Guerra Mondiale, Roggia dei Mulini) che possono costituire sia un rischio (in quanto vuoti sotterranei), sia un impatto (in quanto beni culturali).

#### Aspetti sismologici (a supporto di ente gestore autostradale, Regione Liguria)

- Analisi di pericolosità sismica di tipo site-specific ('site-specific probabilistic seismic hazard analysis') eseguite a livello internazionale per la progettazione di opere strategiche.
- Analisi delle risultanze degli studi di pericolosità sismica.
- Studio delle caratteristiche sismo-tettoniche dell'area, utili nella fase di definizione e scelta di input sismici spettro-compatibili da utilizzare in fase di progettazione e verifica.

#### Aspetti idraulici (a supporto di ente gestore autostradale, Regione Liguria)

- Valutazione qualitativa e quantitativa del rischio idraulico nella zona interessata alle eventuali opere infrastrutturali.

- Definizione di un piano di rimozione del materiale costituente la struttura del ponte ora in alveo.

### **Proposte a medio termine**

Si tratta di ipotesi di lavoro da realizzare in circa 12-18 mesi e che comprendono soprattutto questioni relative alla compatibilità ambientale degli inerti demoliti e il loro smaltimento in sicurezza così come il supporto al monitoraggio ambientale in fase di cantiere e post-operam.

#### Aspetti ambientali (a supporto di ente gestore autostradale, Regione Liguria, Comune di Genova)

- Valutazione della compatibilità ambientale degli inerti da demolizione e delle loro caratteristiche di pericolosità ai sensi del D.lgs. 152/2006 a fini di smaltimento e/o riutilizzo.
- Valutazione di impatto delle eventuali ulteriori attività di demolizione e di eventuali attività di costruzione e gestione dei rifiuti prodotti ai sensi del D.Lgs. 152/2006.
- Ricerca di fonti di approvvigionamento per gli inerti del calcestruzzo, inclusa la possibilità di riattivazione di cave abbandonate nel genovesato e/o il riutilizzo di rocce da scavo.
- Nel caso di riattivazione di cave abbandonate, supporto alle necessarie valutazioni d'impatto e definizione dei criteri per le attività in fase di estrazione e di recupero idrogeologico-ambientale post-estrazione.
- Allestimento di un sistema di monitoraggio vibro-sismico strutturale con lo scopo di rilevare, secondo le normative vigenti, sia il livello di vibrazione indotta sulle strutture esistenti sia la risposta di queste ultime alle sollecitazioni.
- Caratterizzazione della componente biotica acquatica e del greto (micro-fauna, macro-fauna, componente algale e macrofite) e relativo monitoraggio durante fasi di cantiere e post-operam.
- Realizzazione di test ecotossicologici relativi al monitoraggio di eventuali immissioni di materiali in fasi di cantiere.
- Misurazione della sostenibilità delle soluzioni progettuali con metodologia LCA (Life Cycle Assessment).
- Valutazione del verde urbano residuo e supporto all'adozione di soluzioni progettuali per migliorare i relativi servizi ecosistemici (per esempio, miglioramento della qualità dell'aria).

### **Proposte a lungo termine**

Si tratta di proposte strategiche che richiedono un periodo di realizzazione di almeno 24 mesi. Come primo esempio, l'Ateneo può predisporre un monitoraggio "in continuo" del territorio sotto il profilo delle dinamiche geologiche e geomorfologiche (pericolosità sismica, da frana, da inondazione) e ambientali, adottando sia tecniche tradizionali sia innovative. Sul monitoraggio sismico legato al tema della sicurezza è possibile, in particolare: i) la progettazione e realizzazione di un sistema di monitoraggio di alcune strutture strategiche nel territorio comunale. Il sistema verrebbe integrato nel corrente sistema di monitoraggio real-time della Rete Sismica dell'Italia Nord Occidentale; ii) la progettazione e realizzazione di un sistema di 'early warning' sismico misto (regionale e 'on-site' da impiegarsi presso strutture strategiche, quali dighe, ospedali, tratti ferroviari) in ambito Regionale, ovvero di un sistema di allerta, pressoché istantaneo, che permetta di ridurre, con opportune misure (es. stop treni, spegnimento automatico di macchinari), l'impatto dell'evento sulla società. Il Laboratorio di Sismologia dell'Ateneo sviluppa attività in questo settore collaborando, ad esempio, con la Provincia Autonoma di Trento per il monitoraggio delle dighe.

Sul fronte ambientale l'Ateneo propone uno studio di bilancio ecologico (impronta ecologica, analisi energetica, LCA) della comunità del Ponente di Genova e della Val Polcevera, in un'ottica di adozione di misure concrete e di sviluppo/realizzazione di progetti per rendere tale area una città-laboratorio dove la mobilità con mezzi privati sia significativamente ridotta e venga migliorata la qualità della vita della comunità anche attraverso l'adozione di innovative tecnologie 'green' e l'incremento della sostenibilità ambientale.