



PROVINCIA DI CHIETI

*VIA VERDE DELLA COSTA DEI TRABOCCHI
AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO PRELIMINARE*

PROGETTO PRELIMINARE

*DOCUMENTO DI INDIRIZZO PER LA VALUTAZIONE
ED ANALISI DELLE CONDIZIONI STRUTTURALI
DELLE OPERE D'ARTE, DELLE GALLERIE ED IN
GENERALE DEL TRACCIATO FERROVIARIO DISMESSO*



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ARCH. VAALERIO A. URSINI

ELABORATO N.

A

SCALA:

DATA: NOVEMBRE 2014

Rev.	Data	NOTE	Nome DWG
01			



Provincia di CHIETI

Sommario

OPERE D'ARTE.....	4
RILEVATO STRADALE ESISTENTE	8
Aspetti geotecnici	9
Aspetti idraulici.....	11
OPERE IDRAULICHE DI VERSANTE.....	15



Provincia di CHIETI

L'Amministrazione Provinciale di Chieti ha redatto il progetto preliminare della "VIA VERDE DELLA COSTA DEI TRABOCCHI" inerente la trasformazione del dismesso tracciato ferroviario dal Km 374,600 sino al Km 414,00 in pista ciclo-pedonale, censendo tutte le opere d'arte presenti lungo il tracciato

Al fine di procedere con l'appalto delle opere di ripristino del tracciato, per renderlo fruibile alla circolazione ciclo-pedonale, l'Amministrazione Provinciale ha inteso allegare, a corredo del progetto preliminare, un documento di indirizzo progettuale, da seguire nelle successive fasi di progettazione, per la valutazione ed analisi delle condizioni strutturali delle opere d'arte, delle gallerie ed in generale del tracciato ferroviario dismesso.

Tale documento vuole contestualizzare l'intervento di verifica progettuale che dovrà essere attuato sulle opere presenti lungo il tracciato in relazione alle criticità intrinseche dell'opera e alle condizioni al contorno dell'ambito geomorfologico in cui si trova.

Tale esigenza si rende necessaria stante l'eterogeneità delle opere presenti lungo il tracciato, il loro diverso stato di conservazione e le diverse problematiche a cui ognuna delle opere deve far fronte anche in relazione alla trasformazione della destinazione d'uso a cui l'infrastruttura è destinata.

Occorre segnalare che il tema che si pone non è tanto di quello di accertare la capacità statica delle opere di sopportare i carichi in transito (anche se comunque questa occorrerà valutarla), stante la notevole diversità tipologica di mezzi che usufruiranno del ex percorso ferroviario, ma quello di verificarne la risposta funzionale intrinseca delle stesse in termine della conformità dimensionale rispetto a quella originaria, della rispondenza delle caratteristiche dei materiali alle sollecitazioni imposte e degli obiettivi per cui l'opera è stata realizzata.



Provincia di CHIETI

Pertanto con il presente documento saranno fornite indicazioni :

- sugli obiettivi metodologici a cui la progettazione si dovrà adeguare in termini della sicurezza e prestazioni attese;
- su i livelli di attenzione da attribuire alle opere in relazione allo stato di conservazione ed all'ambito geomorfologico al contorno.

La progettazione nel suo complesso ha l'obiettivo di ripristinare l'ex tracciato ferroviario composto da:

- un corpo stradale da destinare a pista ciclopedonale;
- opere d'arte principali e minori;

Inoltre occorre considerare l'ambito territoriale di riferimento in cui l'opera è inserita considerando le azioni esterne che tale ambito può esercitare sull'opera da progettare, in quanto, il tracciato, per buona parte, corre lungo la costa ed al piede dei versanti collinari non sempre stabili.

Ciò implica delle azioni di disturbo sulle opere, come evidenziato dal censimento, sia da parte di fenomeni morfogenetici in atto, che dalla azione erosiva costiera esercitata dal mare.

Pertanto, occorrerà che la successiva fase di progettazione agisca sul ripristino dell'opera in quanto tali e valuti la risposta delle stesse in relazione ai fenomeni di deformazione causati dall'ammasso geomorfologico sul quale insistono o a fenomeni da far risalire all'idrodinamica marina.

L'allegato elaborato **Ar 02** del progetto preliminare riporta il censimento delle opere presenti sul tracciato ferroviario dismesso, con l'individuazione della posizione chilometrica, la tipologia di intervento prevista e lo stato di conservazione.



Provincia di CHIETI

OPERE D'ARTE

Per quanto attiene la sicurezza e le prestazioni attese per le opere d'arte in base a quanto identificato dalle Norme tecniche per le Costruzioni si assume :

- **Vn vita nominale** : ≥ 50 anni (Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale);
- **Classe d'uso** : Classe II : Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;
- **Periodo di riferimento Vr** : 1,0 per classe d'uso II

Data la specificità dell'infrastruttura si devono normare i sistemi di ritenuta per i pedoni (parapetti pedonali) definendo i requisiti tecnici e geometrici per la progettazione e la fabbricazione per parapetti pedonali su ponti, su passerelle, sulla parte superiore dei muri di sostegno e su strutture elevate simili.

Per tali sistemi di ritenuta si ricorre alla disciplina normata dalle norme UNI – CEN/TR 1317-6.

Dal censimento delle opere si distinguono le seguenti tipologie costruttive :

- ponti in c.a. con struttura in c.a.;
- ponti misti in c.a. e muratura ;
- ponti in pietra e mattoni;
- gallerie in c.a.;
- gallerie in mattoni;
- muri di sostegno in c.a.;
- muri in mattoni;
- gabbionate;
- tombini, opere in c.a. e mattoni di margine.



Provincia di CHIETI

Le opere censite sono da differenziare tra opere principali e opere minori .

I ponti , le gallerie ed i muri al di sopra dei 3 metri sono da classificare opere principali, mentre le altre opere sono da definire minori.

Tutte le opere sono inoltre da dividere tra quelle in buono stato di conservazione, che non richiedono interventi di ripristino strutturale e quelle che presentano delle anomalie tali da richiedere un intervento di ripristino.

Ad ogni modo anche per le opere che sono in buono stato da un punto di vista strutturale dovrà essere garantito un adatto sistema di ritenuta per il transito dei mezzi e delle persone a cui è adibita l'infrastruttura.

Trattandosi di opere esistenti, l'intervento di progettazione dovrà seguire la seguente procedura per la valutazione della sicurezza e la redazione dei progetti di ripristino strutturale:

- Analisi Storico -critica;
- Rilievo geometrico-strutturale;
- Caratterizzazione meccanica dei materiali;
- Analisi delle criticità;
- Individuazione dei "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali) e definiti i correlati fattori di confidenza da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello;
- Azioni da considerare nel calcolo sono quelle previste dalle norme per le nuove opere;
- I materiali utilizzati per il ripristino devono essere quelli previsti dalla normativa. Per le opere in muratura è consentito effettuare riparazioni locali o integrazioni con materiale analogo;
- Proposta degli interventi di ripristino e livello di sicurezza raggiunto.



Provincia di CHIETI

Per le opere che non richiedono interventi di ripristino sarà comunque redatto un progetto di verifica statica con la determinazione del livello di sicurezza offerto.

Oltre alla conformità statica occorrerà procedere a verificare la stabilità dei versanti nei quali le opere insistono e contestualmente reperire le analisi geologiche-geotecniche.

Per i ponti, una volta accertato lo stato di conservazione, si dovrà provvedere al ripristino e alla messa in sicurezza dell'opera.

Innanzitutto si può affermare che i manufatti censiti non presentano nel suo complesso gravi carenze strutturali, in quanto non sono visibili fessure diagonali in prossimità degli appoggi o fessurazioni verticali in prossimità delle campate dell'impalcato, danneggiamenti tipicamente imputabili a grossi problemi strutturali.

In alcuni casi si evidenzia comunque uno stato di degrado diffuso su tutta la struttura. Questo si manifesta soprattutto in corrispondenza degli appoggi e dei giunti, dove un'inadeguata manutenzione ha provocato i danni peggiori.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche risulta inefficiente: infatti l'acqua, invece di venire allontanata, percola nei giunti e lungo gli sbalzi.

Le barriere stradali risultano inadeguate, in quanto, non si tratta di barriere bordo ponte, ma di semplici barriere laterali. I parapetti sono spesso ossidati e presentano ampie zone arrugginite.

La parte inferiore degli sbalzi in alcuni punti presenta la carenza del copriferro, evidenziata dal fatto che i ferri di armatura sono esposti all'aggressione da parte degli agenti esogeni esterni. L'inadeguato sistema di smaltimento delle acque ha prodotto locali e diffusi fenomeni di carbonatazione nel calcestruzzo, producendo un aumento di volume delle armature metalliche e la rottura del calcestruzzo di rivestimento, lasciando l'acciaio esposto alla corrosione.

I dispositivi di appoggio sotto le travi, costituiti da un sottile strato di neoprene, sono oramai fatiscenti e pertanto andrebbero sostituiti con dispositivi più adeguati.

In generale il fusto delle pile e delle spalle non evidenzia fessurazioni o particolari segni di cedimenti strutturali, ma un diffuso stato di degrado, dovuto soprattutto alla percolazione dell'acqua dalla piattaforma attraverso i giunti con conseguente carbonatazione, distacco del copriferro ed ossidazione



Provincia di CHIETI

delle barre di armatura

Le gallerie in mattoni richiedono una particolare attenzione mentre quelle rivestite in c.a. in tempi più recenti non richiedono particolari interventi di ripristino.

In alcuni casi, le gallerie in mattoni sono in buono stato di conservazione, in altri, si vedono variazioni dimensionali sulla volta interna con dislocamento di alcune file di mattoni e percolazione di acqua. In questi casi, occorre seguire una metodologia di indagine specifica:

Oltre alla rituale misurazione degli spostamenti verso l'interno si deve procedere alla verifica sui materiali e sulla geometria strutturale come di seguito indicate:

- Prove georadar per leggere lo spessore della struttura della galleria e la presenza di eventuali cavità tra quest'ultima ed il litotipo avviluppante;
- Indagini geologiche generali sul sito, attuate per investigare da quali litotipi si originano le forze che impegnano la struttura della galleria
- Indagine qualitativa sui litotipi circostanti alla galleria, nella zona strettamente corrispondente alla criticità, mediante sondaggi a carotaggio continuo lunghi 10 metri;
- Indagine metrica sullo spessore del rivestimento e sulla natura dei terreni immediatamente retrostanti alla struttura, tramite sondaggi lunghi 1 metro ;



Provincia di CHIETI

RILEVATO STRADALE ESISTENTE

Nel complesso, sotto l'aspetto geotecnico-strutturale, lo stato del rilevato esistente, dove correva la vecchia linea ferroviaria Adriatica, risulta in buono stato e sufficiente a garantire la realizzazione della pista ciclabile oggetto della corrente progettazione. Tuttavia, in alcuni tratti del tracciato, nel corso dei sopralluoghi effettuati, è stato possibile individuare delle criticità locali in corrispondenza degli esistenti fossi di guardia e tombini che ancora in parte mantengono inalterate le loro funzioni.

Nello specifico, in corrispondenza di questi tratti, è possibile evidenziare una depressione del corpo del rilevato causata dal consolidamento del terreno utilizzato per la sua realizzazione e probabilmente dovuto a fenomeni di erosione localizzata.

Altro aspetto d'importanza strategica, al fine di garantire la stabilità delle opere in terra, è quello dell'erosione costiera che in alcuni tratti risulta minacciare sensibilmente il tracciato della ciclabile di progetto.



Provincia di CHIETI

Aspetti geotecnici

Come anticipato precedentemente, nel complesso, lo stato del rilevato risulta in buone condizioni fatta eccezione per alcuni tratti dove dovrà essere previsto il rifacimento dell'intero corpo o di parte di esso a seconda dello stato di conservazione.

Pur essendo la struttura collaudata, in virtù del passaggio della preesistente linea ferroviaria, nella progettazione definitivo-esecutiva si dovranno tenere in considerazione tutti gli aspetti legati alla progettazione dei rilevati stradali per quanto concerne i tratti da ripristinare mentre, dovranno essere verificate le condizioni di stabilità e di portanza delle fondazioni stradali esistenti che costituiscono il vecchio rilevato ferroviario.

In modo specifico, il progetto del manufatto in terra, nei tratti compromessi, dovrà tenere conto:

- dei requisiti prestazionali minimi per la classe stradale di riferimento e delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione;
- comprendere la scelta dei materiali da utilizzare e le modalità di posa in opera precisando i tempi e le tecniche costruttive;
- tenere in considerazione i criteri per la scelta dei materiali in funzione dei problemi di selezione, coltivazione delle cave, trasporto, trattamento e posa in opera.

Sono altresì da precisare:

- i controlli da eseguire durante la costruzione e i limiti di accettabilità dei materiali;
- il grado di compattazione da raggiungere e lo stato di deformabilità degli strati ammessi.

In generale, la stabilità globale del rilievo dovrà essere studiata in considerazione delle diverse fasi costruttive, al termine della costruzione ed in esercizio. Si dovrà verificare che i cedimenti del manufatto, dovuti alla deformazione dei terreni di fondazione e dell'opera, siano compatibili con la sua funzionalità. Si precisa che i materiali costituenti il manufatto dovranno essere posti in opera in strati e con metodologie idonee a garantire il raggiungimento delle proprietà fisiche e meccaniche richieste in progetto.



Provincia di CHIETI

Durante la costruzione del rilevato dovranno essere eseguite prove di controllo del grado di addensamento, dell'umidità e della deformabilità degli strati posti in opera. Il tipo ed il numero di controlli dovranno essere fissati in relazione alle caratteristiche geotecniche dell'area in modo comunque da assicurare un congruo numero di misure significative.

In generale, per la progettazione ed il controllo della struttura, si dovrà fare riferimento a quanto prescritto nelle **Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 ai capitoli 6.2 e 6.3.**



Provincia di CHIETI

Aspetti idraulici

Come precedentemente anticipato, per la realizzazione del rilevato nei tratti in cui è stata compromessa la sua stabilità, oltre a tenere in considerazione gli aspetti prettamente geotecnici bisognerà considerare il contesto geografico in cui il rilevato stesso si colloca. Nella fattispecie il fattore che influenza in maniera maggiore la progettazione, in tale contesto, è rappresentato dall'erosione costiera che in alcuni tratti risulta minacciare non solo il percorso della ciclabile ma anche la Strada Nazionale Adriatica. Per tali considerazioni, nella progettazione esecutiva, si dovranno dimensionare opere di difesa dall'erosione marina, dove l'arretramento della linea di costa risulta già interessare il rilevato. Nello specifico, bisognerà progettare opere di difesa, nei tratti in cui il rilevato dovrà essere ricostituito e verificare, nei tratti interessati dalle opere di protezione esistenti, lo stato di fatto dei manufatti ed in caso intervenire al fine di ripristinare le loro funzionalità.

Per l'esatta individuazione delle aree a rischio erosione marina si può fare riferimento a quanto riportato nelle carte tecniche geologiche in cui sono chiaramente rappresentati i fenomeni morfodinamici significativi. Per praticità il tracciato è stato in questi elaborati suddiviso in un settore settentrionale ed uno meridionale. Nel primo, si individuano due aree di particolare interesse e soggette sia ad arretramento della linea di costa sia interessate da ripe di erosione. Scendendo nel particolare, lungo l'ex tracciato ferroviario le forme morfologiche principali riconducibili ad erosioni marine si collocano in:

- **Marina di San Vito**, dove la linea di costa tende ad arretrare a causa della mancanza di opere di difesa marittima;
- **Località Ponte Morge**, dove anche qui la linea di costa tende ad arretrare pur non ancora interessando direttamente il rilevato della ciclabile.

Nel secondo tratto, quello meridionale, il problema legato all'erosione costiera risulta in qualche modo limitato per due aspetti: il primo, è dipendente dal fatto che il tracciato ferroviario corre leggermente internato rispetto alla costa; il secondo, è strettamente connesso all'insediamento delle opere marittime in corrispondenza delle spiagge attrezzate che nell'area risultano molto maggiori rispetto il primo tratto.

In generale, la protezione da realizzare sul rilevato può quindi limitarsi alle due aree precedentemente individuate.



Provincia di CHIETI

Da quanto esposto nel precedente paragrafo per la progettazione del rilevato e la verifica della stabilità di questo, quindi, oltre gli aspetti geotecnici dovranno essere presi in considerazione anche gli aspetti legati alla dinamica costiera.

In particolare, dovranno essere utilizzati materiali con opportune caratteristiche fisico-meccaniche adatte a garantire la funzionalità dell'opera considerando il contesto in cui essa è inserita, all'occorrenza dovranno essere ripristinate le protezioni delle sponde lato mare e realizzarne di nuove dove si necessita il rifacimento del corpo del rilevato.

Nella progettazione del rilevato bisognerà eseguire uno studio sull'anemometria del litorale, se non disponibile in bibliografia, in modo da poter valutare la tipologia di vento dominante e prevalente. Lo studio anemometrico, se non disponibile, potrà essere effettuato dalla consultazione dei dati delle stazioni meteo presenti nei porti e lungo la costa adriatica.

Una volta individuate le diverse tipologie di vento si dovranno studiare gli effetti del moto ondoso direttamente connessi all'erosione e trasporto solido. In generale, il trasporto solido e l'erosione potranno essere valutati mediante la definizione delle correnti, del moto ondoso e dei venti e potranno essere identificati a seconda dei casi: un trasporto lungo riva ed un trasporto perpendicolare alla riva. Nel primo caso, le cause sono da ricercare nelle onde frangenti oblique rispetto alle batimetriche mentre, nel secondo, nelle onde perpendicolari alla batimetriche e nei fondali ripidi.

I dati fin qui raccolti dovranno considerarsi come un input di partenza necessario alla progettazione delle opere di protezione da realizzare.

Sotto l'aspetto progettuale la progettazione delle opere di protezione dovrà considerare diversi fattori tra cui il più significativo per la tipologia di opera da realizzare risulta la riflessione. Strettamente connesso a tale aspetto è quello dell'effetto morfologico che l'insediamento dell'opera instaura sul litorale. Infatti, per effetto del gradiente dell'altezza d'onda e della riflessione si generano fenomeni di erosione e deposito differenti a seconda della tipologia di struttura da realizzare.

Nel caso in esame, salvo in condizioni dove il litorale richiede necessariamente la realizzazione



Provincia di CHIETI

di opere di protezione costiera, la progettazione delle strutture sarà limitata alla verifica e progetto di berne al piede del rilevato. Tali strutture potranno essere realizzate mediante la messa in opere di massi ciclopici opportunamente incastrati e per il dimensionamento della pendenza, della dimensione dei massi e dell'ammorsamento della berna sarà necessario considerare i seguenti aspetti:

- Trascinamento dovuto al ritiro dell'onda frangente;
- Portanza, dovuta alla differenza di pressione;
- Peso proprio del masso;
- Spinta di galleggiameto.

In generale, invece, sia nel caso di realizzazione ex novo di queste tipologie di opere che nella valutazione dello stato di fatto di quelle esistenti, si dovrà valutare il danno all'opera stessa. La valutazione di questo parametro permette di valutare la durabilità delle opere all'interno di un determinato contesto ambientale.

Nella valutazione del danno dovranno essere prese in considerazione piuttosto che il periodo dell'onda e la durata della mareggiata, la permeabilità dello strato e le condizioni di frangimento. La stabilità della struttura dovrà essere valutata in funzione del danno progressivo e quindi della variazione del profilo del paramento. Complessivamente al fine di descrivere il livello di danneggiamento delle opere di protezione bisognerà considerare:

- La ripidità delle onde;
- La permeabilità dei massi e dello strato;
- La durata della mareggiata.

Sempre nell'ambito della progettazione non dovranno essere trascurati gli aspetti socio-economici ed ambientali tra cui:

- Valore d'uso del litorale;
- Qualità dell'ambiente in relazione all'esistenza di alcune specie.



Provincia di CHIETI

Nello specifico l'aspetto ambientale si fonda su due principi: il primo, prettamente ecologico, secondo il quale qualsiasi variazione o deterioramento imposto ad un habitat pre-esistente va evitato ed il secondo, che valuta gli aspetti positivi o negativi a seconda se conducano od allontanino dalle priorità della gestione costiera.

Il progetto della ciclabile, complessivamente, abbraccia completamente gli aspetti che la politica ambientale di progettazione delle opere di difesa costiera si pone come obiettivi:

- Creazione di zone per lo sviluppo dei pesci;
- Creazione di habitat per risorse utili alla vita e per il loro uso ricreativo ed alimentare;
- Creazione di un habitat che evidenzi la distribuzione di specie rare o in estinzione;
- Creazione di un habitat per promuovere lo sviluppo di diversi organismi tipici di fondali in massi a scopo di conservazione o mitigazione.



Provincia di CHIETI

OPERE IDRAULICHE DI VERSANTE

Il tracciato stradale attraversa diversi corsi d'acqua e linee di compluvio di versante di minore entità.

I corsi d'acqua principali sono superati con opere in viadotto. Per gli attraversamenti minori il tracciato contempla dei tombini di piccolo diametro.

Tutte le opere di attraversamento dei corpi idrici andranno verificati idraulicamente ed eventualmente adeguati .

Allegati : elenco e descrizione fotografica delle opere d'arte censite .