

**Variante alla S.S. 45 "Val di Trebbia"**  
**Comuni di Torriglia e Montebruno**  
**dal Km 31+500 (Costafontana) al Km 35+600 (Montebruno)**  
**2° stralcio funzionale**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**I PROGETTISTI:**

*Ing. Giuseppe Danilo Malgeri*  
*Ordine Ing. di Roma n. A34610*

*Ing. Angelo Dandini*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. A918*

*Geol. Maurizio Martino*  
*Ordine Geologi del Lazio n. 457*

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Arch. Roberto Roggi*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :**

*Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

*Integrazioni di cui alla procedura VIA n.5003 del 28/11/2019 a seguito di nota Soprintendenza Archeologia,  
 Belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Genova e la provincia di La Spezia*  
**RELAZIONE SUI MATERIALI**

CODICE PROGETTO

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

DPGE03    D    1701

NOME FILE

T00\_IA\_00\_AMB\_RE02\_B

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T00 IA00 AMB RE02

B

--

D

C

B

A

Revisione a seguito di Richiesta Integrazioni prot. CTVA 7867

Gen. 2023

EMISSIONE

OTTOBRE 2018

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## **INDICE**

1	PREMESSA	2
2	QUALITÀ E CARATTERISTICHE MATERICHE DELLE OPERE D'ARTE	3
3	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI	7
3.1	OPERE D'ARTE PRINCIPALI: VIADOTTI	7
3.2	OPERE D'ARTE PRINCIPALI: GALLERIA ARTIFICIALE	9
3.3	OPERE D'ARTE MINORI: TOMBINI IDRAULICI	10

## 1 PREMESSA

La presente relazione viene emessa al fine di ottemperare alle pervenute richieste della Soprintendenza Archeologica, belle arti e paesaggio per la città Metropolitana di Genova e la Provincia di La Spezia, ai fini dell'espressione del parere di competenza.

Vengono dunque di seguito riportate le caratteristiche tecniche e meccaniche dei materiali utilizzati nelle opere d'arte principali e secondarie dell'infrastruttura in esame con indicazione delle relative classi di resistenza.

## 2 QUALITÀ E CARATTERISTICHE MATERICHE DELLE OPERE D'ARTE

Le soluzioni tecnico costruttive, dettagliate nei paragrafi seguenti e definite per la realizzazione delle opere d'arte relative all'intervento di adeguamento della S.S. 45 "Val di Trebbia" nei tratti compresi fra il Km 32+445,00 e il Km 32+619,00 e tra il Km 33+090,50 e il Km 34+819,41, sono state volte a generare una razionale e ordinata articolazione delle nuove figure e immagini che l'intervento sull'infrastruttura necessariamente porterà nel contesto paesaggistico-ambientale interessato.

Criteri e soluzioni proposte con il progetto provengono quindi dalla consapevolezza della sensibilità dell'ambito coinvolto e dell'importanza che, in tale contesto, assumono gli elementi di qualificazione della forma, sapendo che il '*valore*', anche estetico dei manufatti, è una necessità al pari e di più delle altre componenti prestazionali del progetto, quali funzionalità, costo, costruibilità, ecc.. È innegabile che tale necessità costituisca un'esigenza etica, per la quale la componente estetica gioca un ruolo fondamentale nella concretizzazione di una dialettica attiva fra opera ed ambiente, fra necessità di utilizzo del territorio e diritto del medesimo ad esistere per i suoi valori di qualità. Caratterizzare formalmente un'opera infrastrutturale, quindi, significa anche rivendicare un '*diritto alla bellezza*' che esprime un bisogno non più riconducibile solo ad una sfera di efficienza o di funzionalità, ma esplicita l'esigenza di un valore che può essere apprezzato, contemplato e non solo misurato o calcolato.

Lo strumento col quale tale obiettivo può essere raggiunto è costituito dalla formulazione di un'architettura dei manufatti indirizzata ad un miglioramento della prestazione complessiva, non solo in relazione a requisiti intrinseci (tecnici) dell'opera, ma piuttosto in relazione alle sue funzioni estrinseche ed in rapporto tanto alla composizione figurativa che a quella funzionale. In particolare, nell'elaborazione compositiva dei manufatti, si articola una polifonia di componenti che incidono decisamente sulla definizione della forma:

- la *dimensione* e la *geometria*, che esprimono le caratteristiche più propriamente fisiche dei manufatti, la sostanza solida, la loro consistenza in termini di quantità e dimensione e il cui assetto determina condizioni e relazioni con gli ambiti circostanti;
- l'articolazione *tettonica*, ossia la modulazione e la relazione fra le parti che compongono l'opera, l'ordine con cui esse sono assemblate e, quindi, la manifestazione di valore sintattico-linguistico della comunicazione attraverso le forme. Da questa articolazione dipende l'efficacia espressiva dei manufatti e la loro capacità di costituirsi linguaggio, ovvero congegno di segni riconoscibili che caratterizzano il paesaggio e ne ordinano l'uso e la comprensione;
- la *qualità materica e percettiva*, vale a dire quanto relativo alla sensibilità della forma e perciò il valore espressivo che la medesima estrinseca investendo le capacità sensoriali soggettive dei diversi percipienti. In questo senso, superfici, colori, grana e qualità della materia - oltre ovviamente agli elementi esplicitati ai punti precedenti - definiscono il valore della forma, anche in relazione alla variabilità delle condizioni di percezione che, nello specifico, interessano soggetti differenti, siano essi abitatori (coloro che percepiscono i luoghi in modo permanente) o *pellegrini*, ovvero viaggiatori (coloro che percepiscono i luoghi in modo provvisorio).

Nel seguire questo canovaccio metodologico, si è perciò cercato di modulare un lessico costruttivo che ha interessato tutti gli elementi artefatti previsti dal progetto. Nello specifico:

- *Ponti e viadotti*

La conformazione di questa tipologia di strutture, che nell'ambito del progetto rappresenta il corpus costruttivo più impegnativo, essendo vincolata dalla conformazione orografica locale in cui la singola opera è collocata, ha dato luogo ad una modulazione di soluzioni che prevedono tutte il contenimento dell'ingombro dei letti fluviali e, pertanto determinando la posizione delle pile di sostegno in punti defilati, sulle sponde dei greti o comunque il più possibile lontano dall'asse di scorrimento.

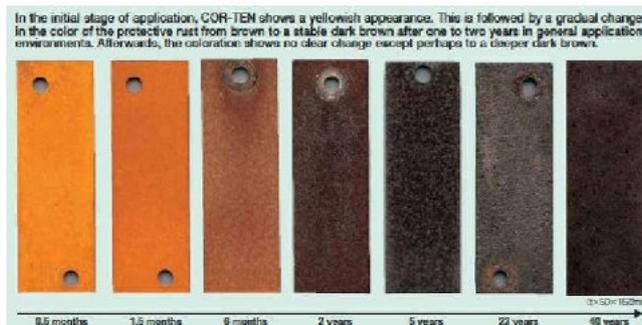


Per tutti i manufatti si è ricorso ad un'unica tipologia di soluzione, costituita da pile in calcestruzzo a sezione variabile e rastremata ed impalcati sostenuti da travi in acciaio *corten*. Si origina così un sistema nel quale le parti di sostegno verticale hanno una finitura liscia, "artificiale" - quasi astratta - e una forma che, ottimizzando l'uso del materiale, produce contestualmente una riduzione percettiva del solido strutturale, quasi ad enfatizzare la natura puntuale dell'elemento; per contro, invece, si è ritenuto di conferire una superficie più "organica" alla parte orizzontale della struttura, sia, anche in questo caso, per sfruttare al meglio le caratteristiche prestazionali del materiale, che per rendere più sensibile alla variabilità atmosferica la percezione *epidermica* del componente.



L'enfasi della differenziazione fra le due componenti strutturali è evidenziata anche dal trattamento delle spalle che definiscono le testate, dove, analogamente alle pile, si è mantenuta la semplice finitura del calcestruzzo.

Si evidenzia, altresì, che l'attributo di organicità del *corten*, assicurata dalla naturalità della patina ossidativa che lo contraddistingue, assume un rafforzamento dovuto alla variabilità del suo stato cromatico superficiale, il quale varia notevolmente nel corso del tempo, passando da un giallo iniziale, a tinte maggiormente cariche di toni grigio bruno con l'invecchiamento.



- Galleria artificiale.

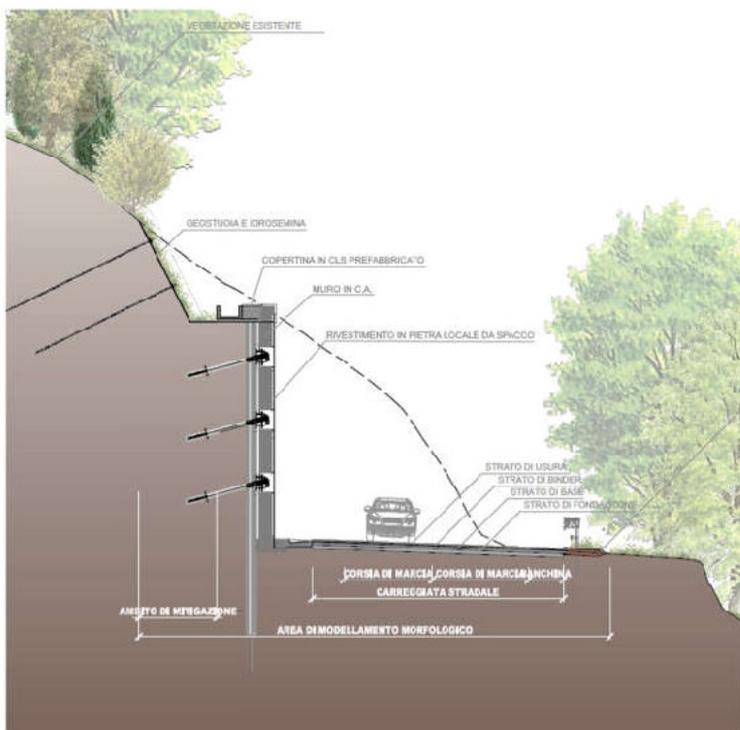
Il progetto contempla la realizzazione di una galleria artificiale, di lunghezza contenuta (25,00 m) e da realizzarsi in opera. I fronti degli imbocchi, essendo incassati in costa del rilievo orografico interferito, saranno mantenuti con finitura di calcestruzzo e avranno forma di semplici portali.



Tale soluzione, che risulta ottimale dal punto di vista costruttivo, in quanto integrata con le lavorazioni di produzione della struttura, enfatizza i portali di imbocco quali elementi di ingresso al breve tratto coperto.

- Muri di sostegno.

Il particolare carattere montano dell'ambiente in cui è collocato il tratto della SS 45 interessato dall'intervento, comporta ovviamente l'esecuzione di muri di sostegno dei declivi, laddove le particolari condizioni di sezione e di conformazione orografica non permettevano il ricorso alle soluzioni dell'ingegneria naturalistica. In questi casi, il muro di scarpa, da realizzarsi in calcestruzzo armato, sarà completato dalla realizzazione di un rivestimento in pietra da spacco locale e da una cordonatura superiore realizzata mediante l'applicazione di una copertina in calcestruzzo prefabbricata, a simulare un cordolo di sommità. Tale rivestimento al fine di mitigare la presenza delle superfici di calcestruzzo in vista, che, dunque, indicheranno unicamente elementi di rilevanza strutturale o di bordatura, mentre la parte più rilevante della superficie visibile dei muri di controscarpa avrà grana e cromia di tipo naturale.



### 3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI

I materiali utilizzati per le parti strutturali componenti tutte le opere d'arte sono di seguito elencate:

1. Calcestruzzo
2. Acciaio per armatura
3. Acciaio per carpenteria metallica

Le opere d'arte si dividono in Opere d'arte Maggiori, di cui fanno parte i ponti e i viadotti, e le Opere d'arte Minori che comprendono gli scatolari e le opere idrauliche in generale.

#### 3.1 OPERE D'ARTE PRINCIPALI: VIADOTTI

Il calcestruzzo è un conglomerato artificiale ottenuto attraverso una miscela di legante, acqua e inerti di varie dimensioni. Le sue caratteristiche meccaniche dipendono dai componenti e dai loro rapporti relativi in termini di quantità in volume o in peso e per questo motivo viene considerato come un materiale non omogeneo e non isotropo.

Dal punto di vista meccanico presenta buona resistenza ed un modulo elastico relativamente elevato a compressione, mentre gli stessi parametri sono notevolmente ridotti nei confronti delle sollecitazioni di trazione.

Le differenti parti che compongono i viadotti vengono realizzati con calcestruzzi con caratteristiche differenti di seguito riportate:

#### Calcestruzzo soletta Impalcato e pile:

Classe 32/40

-Resistenza caratteristica a compressione:	$R_{ck} > 40 \frac{N}{mm^2}$
-Resistenza cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 33,2 \frac{N}{mm^2}$
-Resistenza a compressione di calcolo:	$f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{1,5} = 18,81 \frac{N}{mm^2}$
-Resistenza media a trazione semplice assiale:	$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3,10 \frac{N}{mm^2}$
-Resistenza caratteristica a trazione:	$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 2,17 \frac{N}{mm^2}$
-Resistenza di calcolo a trazione:	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1,5} = 1,45 \frac{N}{mm^2}$
-Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza:	$f_{bk} = 2,25 \cdot f_{ctk} = 4,88 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo:  $f_{bd} = \frac{f_{bk}}{1,5} = 3,25 \frac{N}{mm^2}$

**Calcestruzzo per sottostrutture:**

Classe 28/35

-Resistenza caratteristica a compressione:  $R_{ck} > 35 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza cilindrica caratteristica:  $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 29,05 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza a compressione di calcolo:  $f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{1,5} = 16,46 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza media a trazione semplice assiale:  $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,83 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza caratteristica a trazione:  $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,98 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1,5} = 1,32 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza:  $f_{bk} = 2,25 \cdot f_{ctk} = 4,45 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo:  $f_{bd} = \frac{f_{bk}}{1,5} = 2,97 \frac{N}{mm^2}$

**Acciaio**

Le barre utilizzate per il confezionamento dell'armatura sono in ferro al carbonio e hanno una sezione circolare caratterizzata da particolari nervature ottenute per zigrinatura che hanno la funzione di migliorare l'aderenza della barra stessa all'interno della struttura in calcestruzzo.

Con acciaio strutturale o acciaio da carpenteria metallica si intende, invece, il tipo di acciaio utilizzato come materiale da costruzione e adoperato per la realizzazione di strutture portante come le travi stesse del viadotto.

Di seguito le caratteristiche delle tipologie di acciai:

**Acciaio per armatura:**

**B450C – ad aderenza migliorata controllato in stabilimento**

-Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \frac{N}{mm^2}$

-Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \frac{N}{mm^2}$

-Tensione di snervamento di calcolo:  $f_{ydl} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 391 \frac{N}{mm^2}$

**Acciaio per carpenteria metallica:**

- Elementi saldati in acciaio con sp.  $\leq 20mm$  S355J0W
- Elementi saldati in acciaio con  $20mm < sp. \leq 40mm$  S355J2W
- Elementi saldati in acciaio con sp.  $> 40mm$  S355K2W
- Elementi non saldati, angolari e piastre sciolte, S355J0W
- Imbottiture con sp.  $< 3mm$  (S355J0W)

-Tensione caratteristica di rottura:  $f_u \geq 510 \frac{N}{mm^2}$

-Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 355 \frac{N}{mm^2}$

**Acciaio pioli tipo Nelson**

Acciaio S235J2+C450, secondo UNI EN ISO 13918 e DM 17/01/2018

-Tensione caratteristica di rottura:  $f_u \geq 450 \frac{N}{mm^2}$

-Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 350 \frac{N}{mm^2}$

- Allungamento:  $\geq 15\%$

- Strizione:  $\geq 50\%$

**3.2 OPERE D'ARTE PRINCIPALI: GALLERIA ARTIFICIALE**

Per la realizzazione delle gallerie artificiali gettate in opera è previsto l'utilizzo dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

**Calcestruzzo per elevazione e fondazione:**

**Classe 32/40**

-Resistenza caratteristica a compressione:  $R_{ck} > 40 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza cilindrica caratteristica:  $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza a compressione di calcolo:  $f_{cd} = 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} = 18.81 \frac{N}{mm^2}$

- Resistenza media a trazione semplice assiale:  $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza caratteristica a trazione:  $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1.5} = 1.45 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza:  $f_{bk} = 2.25 \cdot f_{ctk} = 4.88 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo:  $f_{bd} = \frac{f_{bk}}{1.5} = 3.25 \frac{N}{mm^2}$

**Acciaio per armatura:**

**B450C – ad aderenza migliorata controllato in stabilimento**

- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \frac{N}{mm^2}$
- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \frac{N}{mm^2}$
- Tensione di snervamento di calcolo:  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1.15} = 391 \frac{N}{mm^2}$

**3.3 OPERE D'ARTE MINORI: TOMBINI IDRAULICI**

Per la realizzazione degli elementi prefabbricati e gettati in opera è previsto l'utilizzo dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

**Calcestruzzo - Fondazioni ed elevazioni**

**C28/35**

- Resistenza caratteristica a compressione:  $R_{ck} > 35 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza cilindrica caratteristica:  $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 29.05 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza a compressione di calcolo:  $f_{cd} = 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} = 16.46 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza media a trazione semplice assiale:  $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.83 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza caratteristica a trazione:  $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,98 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1,5} = 1,32 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza:  $f_{bk} = 2,25 \cdot f_{ctk} = 4,45 \frac{N}{mm^2}$

-Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo:  $f_{bd} = \frac{f_{bk}}{1,5} = 2,97 \frac{N}{mm^2}$

Classe di esposizione XC3

**Acciaio per armatura:**

B450C – ad aderenza migliorata controllato in stabilimento

-Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \frac{N}{mm^2}$

-Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \frac{N}{mm^2}$

-Tensione di snervamento di calcolo:  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 391 \frac{N}{mm^2}$