



UNIONE EUROPEA
Fondi Strutturali e di Investimento Europei

PROGETTO COFINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - FONDI STRUTTURALI E DI INVESTIMENTO EUROPEI | PROGRAMMA OPERATIVO CITTA' METROPOLITANE 2014 -2020
E DAL MINISTERO DELL' AMBIENTE PER IL PROGRAMMA SPERIMENTALE NAZIONALE DI MOBILITA' SOSTENIBILE CASA - SCUOLA E CASA - LAVORO"

PON METRO 2014 - 2020 VE2.2.3.a PISTA CICLABILE PER VENEZIA: OPERE COMPLEMENTARI DI COLLEGAMENTO CON LA RETE CICLABILE ESISTENTE - (C.I. 13842)

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE



**CITTA' DI
VENEZIA**

Comune di Venezia
Settore Lavori Pubblici

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Roberto Di Bussolo

PROGETTISTA



DUEBARRADUE

— STUDI ASSOCIATI DI PROGETTAZIONE —

Sede legale - Marcon (VE) via delle industrie 2/2
Sede operativa - Dolo (VE), via benedetto cairolì 113a
T.0415101422 F. 0415128255 e-mail info@duebarradue.com P.I. 03831070275
COPYRIGHT STUDIO DUEBARRADUE. Tutti i diritti sono riservati a norma di legge.

TITOLO

Relazione illustrativa generale opere strutturali

TAVOLA N.

S.R.01

rev_

Scala: —

Data: 28/11/2018

Disegnato da: F.N.

Commessa n.920

Nome File: 920_S.R.01.doc

REVISIONE	DATA	OGGETTO
-----------	------	---------

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	3
3	CRITERI DI PROGETTAZIONE	6
3.1	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO DELLA STRUTTURA E PERIODO DI RIFERIMENTO	8
3.1.1	Vita nominale.....	8
3.1.2	Classe d'uso della struttura	8
3.1.3	Periodo di riferimento	8
3.2	CLASSE DI ESECUZIONE.....	9
4	QUALITÀ, DURABILITÀ, MANUTENIBILITÀ E FACILITÀ DI GESTIONE DELLE STRUTTURE	10
4.1	MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ E DELLA DURABILITÀ.....	10
4.2	MANUTENIBILITÀ DELLE OPERE STRUTTURALI	11

1 PREMESSA

La presente relazione tecnico illustrativa descrive le opere strutturali complementari e di collegamento con la rete ciclabile esistente nell'ambito del progetto "Pista ciclabile per Venezia".

In particolare si trattano le strutture del nuovo ponte ciclo pedonale sul Canal Salso e del tratto di completamento della passerella a sbalzo sul Ponte della Libertà.

La relazione fornisce inoltre la descrizione dei materiali strutturali dal punto di vista qualitativo, della durabilità e dalla manutenibilità.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Per agevolare la lettura del progetto e la sua comprensione, l'intervento viene suddiviso in due tratti, denominati TRATTO 1 e TRATTO 2, rispettivamente comprendenti il tratto di passerella sospeso a lato del Ponte della Libertà, in ingresso a Venezia, e un tratto interno che unisce la rotatoria di via Torino (est) con viale San Marco (ovest) e al vicino ponte strallato di collegamento con Parco San Giuliano.



Tratto 1

Tale tratto di pista ciclabile è previsto in totale continuità estetica e funzionale con il tratto già esistente. L'impalcato e le mensole rimangono sostanzialmente invariati rispetto al tratto già realizzato mentre gli ancoraggi sono stati dimensionati in funzione dei sondaggi effettuati sia sul terrapieno che sulle fondazioni delle arcate del ponte. Le indagini e sondaggi integrativi hanno permesso di calibrare la corretta soluzione tecnica da adottare nel massimo rispetto del manufatto vincolato, ovvero il Ponte della Libertà.

Il nuovo tratto di passerella è lungo circa 170 m e consente di sorpassare un tratto di pista che attualmente risulta particolarmente stretto per ospitare in sicurezza pedoni e ciclisti.

La struttura è composta da un impalcato metallico, con una larghezza netta di 2,50 m tra i parapetti ed un ingombro totale di circa 3,40-4.00 m, sostenuto da mensole realizzate con profilo rastremato e composte da piatti saldati.

L'impalcato è composto da due travi di bordo IPE330 ad interasse 2,69 m collegate trasversalmente da profili IPE140 con passo variabile e da barre Ø14 per il controventamento del piano orizzontale.

In alcuni tratti le IPE 330 sono rinforzate mediante piatti saldati alle ali inferiore e superiore di dimensioni 140x10 mm e 140x20 mm.

Le travi principali IPE330 dell'impalcato sono supportate da mensole ancorate al Ponte della Libertà. La connessione travi – mensole è garantita da baggioli di altezza variabile composti da due piatti verticali ed un piatto orizzontale di spessore 15mm. Tra i baggioli e le travi principali si interpone uno strato in neoprene di spessore pari a 1 cm.

Le mensole su cui poggia l'impalcato, consistono in strutture composte da piatti sagomati e saldati a profilo rastremato. In funzione delle sollecitazioni a cui sono soggette le mensole sono suddivise in 3 tipologie, denominate M1, M2 e M3, per tali tipologie varia lo spessore dei piatti principali che compongono la mensola. Le tre tipologie di mensola presentano lunghezze variabili per adattarsi allo sviluppo del ponte.

In generale la sezione delle suddette mensole è composta da una piattabanda superiore di larghezza 300 mm e spessore 15-20 mm, due anime rastremate di spessore variabile 12 - 15 – 18 mm e distanti 100 mm una dall'altra, un piatto di chiusura inferiore di larghezza 100 mm e spessore 12 mm che funge da collegamento inferiore tra le anime. La mensola è completata dalla piastra di contatto con le strutture portanti del ponte la piastra presenta forma a T con larghezza di base 400 mm e larghezza in sommità 600 mm, in corrispondenza dei tiranti di ancoraggio, l'altezza della piastra è 1240 mm e lo spessore è variabile 25-30 mm.

La passerella è suddivisibile in due segmenti tipologici, che si caratterizzano per lo schema strutturale dell'impalcato, per la posizione delle mensole e per la differente tipologia di collegamento delle mensole di appoggio dell'impalcato al Ponte della Libertà:

- *Segmento 1 – zona con le arcate;*
- *Segmento 2 – zona con terrapieno;*

Nel segmento 1 si prevede l'installazione di coppie di mensole in corrispondenza di ciascuna pila, ad una distanza di circa 1,30 m, al fine di non intaccare le lesene in muratura in corrispondenza dell'asse delle pile. L'impalcato metallico è composto da tratti lunghi 5,3 m in corrispondenza delle pile, e da tratti centrali lunghi circa 6.9 mm e 8.9 m appoggiati sui primi mediante selle tipo Gerber. Le campate lunghe 8.9 m sono collocate nelle arcate di estremità verso i due terrapieni presenti.

Lo schema statico tipico dell'impalcato, nella zona delle arcate del ponte, consiste in un tratto di impalcato in appoggio sulle mensole in corrispondenza delle pile, che sostiene a sua volta tramite selle Gerber una campata centrale di dimensioni variabili.

Le selle Gerber garantiscono, oltre alla semplicità di posa, un gioco in grado di assorbire le deformazioni termiche ottenuto tramite foro asolato, accompagnato da uno strato di separazione in neoprene.

In corrispondenza dei nuclei in c.a. delle spalle si prevede il fissaggio delle mensole mediante due tiranti di ancoraggio composti da barre di acciaio laminato a caldo a sezione cava e a filettatura continua e da un copro d'iniezione di diametro reso 90 mm. Le barre sono del tipo Titan di Ischebeck con diametro 40/16 e 40/20 (rispettivamente diametro esterno/diametro interno della barra cava) e la lunghezza complessiva dei tiranti è compresa tra 7 e 8.5 m in funzione dello sforzo di trazione.

La piastra di testa è collegata al supporto in calcestruzzo anche con 8 barre M20 o M24 tipo hilti HIT-Z o equivalente, inghisati con ancorante chimico epossidico e lunghezza di ancoraggio 210-240 mm.

La presenza del calcestruzzo, rilevata con la realizzazione del primo tratto, è stata confermata anche sulle pile di questo tratto dai sondaggi effettuati. In ogni caso visti i valori molto scarsi della resistenza del calcestruzzo esistente, è stato previsto un nuovo elemento in c.a. su cui incastrare le mensole.

Nel segmento 2, che comprende il terrapieno piccolo dove la pista si connette al ponte e il terrapieno lungo 95 m circa, adiacente al tratto terminale della porzione già realizzata, le mensole sono disposte ad una distanza costante di circa 4,4-4.5 m e le travi principali sono poggiate sopra le mensole. In corrispondenza del terrapieno piccolo le travi principali presentano sbalzi lunghi circa 2.15 m rispetto alla mensola di appoggio n°30.

In corrispondenza del terrapieno lungo le travi principali poggiano sulle mensole disposte ad interasse di circa 4.50 m. Tale scelta è legata alla scarsa resistenza del terrapieno per cui è stato preferibile ripartire in modo più diffuso il carico trasmesso dai tiranti con cui sono ancorate le mensole.

Lo schema statico tipico, nelle zone con terrapieno, consiste in mensole di appoggio disposte ad interasse quasi costante, pari a circa 4.50 m, e travi principali collegate alle mensole attraverso il baggiolo e collegate tra loro con giunti bullonati in corrispondenza delle mensole ogni 9 m circa.

I carotaggi effettuati nel tratto di terrapieno lungo confermano la presenza di un riempimento con materiale di origine antropica alternato a strati di terreno sabbioso e argilloso. In tale contesto, risulta dunque necessaria l'esecuzione di un consolidamento preventivo del terreno, nel tratto iniziale del tirante, eseguito mediante iniezioni verticali di cemento con canne tipo "manchette" su maglia triangolare lato 80 cm, profondità foro \approx 180 cm dal piano stradale, effettuate dal marciapiede e dal piano stradale. Tale intervento ha lo scopo di consolidare il terreno a tergo del paramento murario esistente e nel tratto più superficiale dei tiranti, in tal modo si può realizzare in sicurezza il dado di fondazione su cui incastrare le mensole.

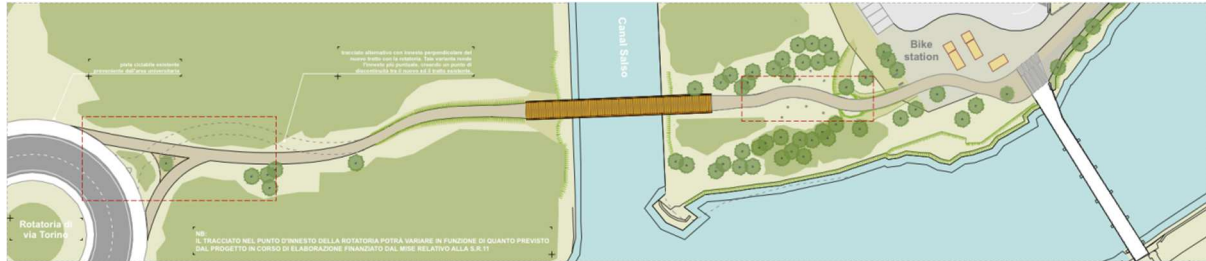
L'ancoraggio di ciascuna mensola è ottenuto mediante due tiranti di ancoraggio composti da barre di acciaio laminato a caldo a sezione cava e a filettatura continua e da un copro d'iniezione di diametro reso 135-150 mm. Le barre sono del tipo Titan di Ischebeck con diametro 40/16, 40/20 e 52/26 (rispettivamente diametro esterno/diametro interno della barra cava) e la lunghezza complessiva dei tiranti è compresa tra 7.5 e 14.5 m in funzione dello sforzo di trazione.

La piastra di testa è collegata al supporto in calcestruzzo anche con 8 barre M20 o M24 tipo hilti HIT-Z o equivalente, inghisati con ancorante chimico epossidico e lunghezza di ancoraggio 210-240 mm.

Sulle travi longitudinali IPE330 e IPE 330 rinforzate, di entrambi i segmenti dell'impalcato si prevede l'installazione dei montanti dei parapetti, costituiti da piatti verticali sagomati a cui sono fissati tubolari $d=21 \times 3$ orizzontali a passo 108 mm e corrimano costituito da tubolare 60×3 . L'altezza del parapetto rispetto alle travi longitudinali principali dell'impalcato risulta essere sempre superiore ai 110 cm.

Tratto 2

Il tratto 2 collega il vicino distretto universitario di via Torino con forte Marghera, è caratterizzato da una passerella ciclopedonale che consente il superamento del Canal Salso.



Il nuovo ponte ciclo pedonale sul Canal Salso è lungo 36.8 m e la larghezza utile è 4.0 m, presenta una forma ad arco con raggio di curvatura circa 130 m nel tratto centrale mentre nei due imbocchi, per una lunghezza di circa 7 m l'impalcato è in pendenza ma rettilineo.

In corrispondenza del punto più alto è garantita un'altezza sotto trave di 5.5 m dal pelo libero dell'acqua, lo zero assunto coincide con lo zero mareografico di punta della salute (ZMPS).

Le strutture del ponte si compongono di due travi reticolari principali il cui rivestimento funge anche da parapetto.

Il corrente inferiore è costituito da elementi HEB 240 e HEB 260 in parte rettilinei ed in parte calandrati con raggio di curvatura circa 130 m.

I montanti sono profili HEA 160 mentre gli elementi diagonali sono profili HEA 120 nella porzione centrale e HEA 140 verso gli appoggi.

Il corrente superiore è realizzato con profili HEA 400, HEA 450 e HEB 450 rinforzato con piatti saldati alle ali. I profili del corrente superiore sono disposti orizzontalmente per contrastare lo sbandamento, i profili più grossi sono in mezzzeria della campata. In corrispondenza degli appoggi sulle spalle e sui contrafforti è previsto un triangolo di chiusura delle travi reticolari composto da profili HEB 260 saldati tra loro che servono per incastrare il ponte sulle spalle.

L'impalcato è formato da una doppia orditura di travi, la principale formata da HEA 160 ad interasse circa 1.7 m e la secondaria formata da 4 profili tubolari 100x60x4 che sostengono la finitura in doghe larghe 250m e alte 58 mm di lamiera presso piegata spessa 2 mm.

Le spalle del ponte sono in calcestruzzo, sono alte 1.5 m e spesse 45 cm e presentano due contrafforti in corrispondenza delle due travi reticolari principali spessi 50 cm.

La fondazione è una trave 8.0x3.4x0.8 m su 12 pali tipo FDP di diametro 420 mm e lunghezza 16 m.

Lo schema statico del ponte è ad arco ribassato incastrato a spinta contrastata.

3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

La verifica di tutti gli elementi strutturali che compongono il ponte sul Canal Salso e la passerella a sbalzo dal Ponte della Libertà è condotta secondo i fondamenti della scienza e della tecnica delle costruzioni nel pieno rispetto delle normative vigenti. In particolare il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite, con riferimento al D.M. 17.01.2018, sarà criterio di verifica di sicurezza strutturale. I criteri

del metodo semiprobabilistico agli stati limite sono basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza.

Saranno condotte verifiche di tipo statico agli stati limite ultimi SLU e agli stati limite di esercizio SLE e verifiche di tipo sismico agli stati limite di salvaguardia della vita SLV, agli stati limite di danno SLD e agli stati limite di operatività SLO.

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici, R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. In genere, i frattili sono assunti pari al 5%. Per le grandezze con piccoli coefficienti di variazione, ovvero per grandezze che non riguardino univocamente resistenze o azioni, si possono considerare frattili al 50% (valori mediani).

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale: $R_d \geq E_d$ dove:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;
- E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni o direttamente $E_{dj} = E_{kj} \gamma_{Ej}$.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando gli aspetti di funzionalità e stato tensionale.

Ai fini delle verifiche sismiche si considerano tutte strutture in classe di duttilità bassa CDB.

L'analisi sismica è condotta mediante analisi lineare dinamica come previsto dal capitolo 7 del DM 17.01.2018. Tale metodo prevede la determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale) e degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascun modo di vibrare. Gli effetti singoli vengono poi combinati utilizzando la combinazione quadratica completa.

Le verifiche agli stati limite di danno in questo caso sono costituite anch'esse da verifiche di resistenza ma sono meno significative di quelle condotte per gli SLV ed SLU in quanto devono essere condotte con coefficienti di sicurezza unitari per i materiali e quindi considerando dei limiti di resistenza molto alti a fronte di sollecitazioni paragonabili a quelle determinate agli stati limite di salvaguardia della vita.

Il DM 17.01.18 fornisce per tutti i siti e per ogni probabilità di superamento del periodo di riferimento, a cui corrisponde ciascuno degli stati limite, i valori di a_g (accelerazione orizzontale massima del sito), F_o (fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e di T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

3.1 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO DELLA STRUTTURA E PERIODO DI RIFERIMENTO

3.1.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata nella Tab. 2.4.I delle Norme Tecniche per le Costruzioni e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La costruzione oggetto delle presenti verifiche rientra nel tipo 2:

A tali costruzioni corrisponde una vita nominale $v_N \geq 50$ anni. Tale rappresenta la durata da considerare in sede progettuale con riferimento alla durabilità delle costruzioni, nel dimensionare le strutture ed i particolari costruttivi, nella scelta dei materiali per garantire il mantenimento della resistenza e della funzionalità.

3.1.2 Classe d'uso della struttura

La classe d'uso della struttura è fornita con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azione sismica.

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: 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.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le strutture in esame rientrano in classe d'uso III "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".

3.1.3 Periodo di riferimento

Il periodo di riferimento rappresenta il tempo in relazione al quale sono valutate le azioni sismiche e risulta dal prodotto della vita nominale per il coefficiente d'uso che per la classe d'uso III vale 1.5.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame quindi il periodo di riferimento vale: $v_R = v_N \times C_U = 50 \times 1.5 = 75$ anni.

3.2 CLASSE DI ESECUZIONE

Secondo la norma UNI EN 1090-1:2011 la classe di esecuzione di una struttura in acciaio è determinata dall'affidabilità e dai rischi potenziali a cui tale struttura è soggetta. L'affidabilità è definita dal parametro CC (Classe di conseguenza) che tiene conto delle eventuali conseguenze dovute a un fallimento delle strutture, mentre i rischi potenziali sono definiti dai parametri SC (Categoria di servizio) e PC (Categoria di produzione), riguardanti le finalità e le caratteristiche progettuali degli elementi in acciaio impiegati.

Il ponte sul Canal Salso e la pista a sbalzo rispetto al Ponete della Libertà ricadono in classe di esecuzione EXC3 in quanto si considerano i seguenti parametri:

- **CC3**, classe di conseguenza **elevata** per perdita di vite umane o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali;
- **SC1**, strutture e componenti le cui connessioni sono progettate per l'azione sismica in regioni con bassa sismicità e classe di duttilità bassa in accordo alla EN 1998-1;
- **PC2** per componenti saldati realizzati da prodotti in acciaio si classe S355 o superiori.

Classi di importanza		CC1		CC2		CC3	
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^{a)}	EXC3 ^{a)}
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^{a)}	EXC4

a) EXC4 dovrebbe essere applicato a strutture speciali o strutture con conseguenze estreme di cedimento strutturale, come richiesto dalle disposizioni nazionali.

3.3 PRESTAZIONI DI PROGETTO E PROCEDURE DI QUALITÀ

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza sono state individuate dal progettista in conformità a quanto richiesto dalla Committente. A tal fine è stata posta attenzione al tipo di struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze di azioni anche accidentali; particolare rilievo è stato dato alla sicurezza delle persone.

È stato definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non siano superati.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera.

Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta.

La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

In fase di costruzione dovranno essere attuate idonee procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, cicli di lavorazione e metodi costruttivi.

4 QUALITÀ, DURABILITÀ, MANUTENIBILITÀ E FACILITÀ DI GESTIONE DELLE STRUTTURE

Tutte le scelte progettuali sono state condotte nel rispetto di quanto richiesto dalla Committente, in particolare sono state impiegate strutture di tipo tradizionale: fondazioni e spalle in calcestruzzo armato gettato in opera impalcato del ponte e della passerella a sbalzo in acciaio.

I provvedimenti che si intendono adottare al fine di migliorare la **qualità** e la **durabilità** del calcestruzzo consistono in:

- *accurato studio del mix design, del calcestruzzo gettato in opera;*
- *aumento del copri ferro minimo delle opere di fondazione e delle elevazioni interrate;*
- *contenimento del ritiro idraulico mediante additivi specifici;*

I provvedimenti che si intendono adottare al fine di migliorare la **qualità** e la **durabilità** dell'acciaio consistono in:

- *ricorso a trattamenti superficiali che prevedono al zincatura a caldo e la successiva verniciatura*
- *impiego di acciaio maggiormente resiliente, il grado di resilienza scelto è J0 che permette di mantenere inalterate le proprietà meccaniche fino a 0° C mentre l'acciaio maggiormente diffuso ha un grado di resilienza JR che raggiunge la resilienza minima a 20 ° C.*

4.1 MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ E DELLA DURABILITÀ

I fattori che, come accennato, influenzano la qualità e la durabilità delle strutture sono ben noti e di seguito si espone una breve descrizione di come ogni provvedimento che si intende adottare influenzi positivamente la buona riuscita delle opere strutturali.

Nello studio del **mix-design**, ossia della composizione del calcestruzzo, due aspetti fondamentali sono la scelta della **dimensione massima dell'inerte**, che deve essere adeguata sia al copri ferro che al quantitativo di armatura presente nel getto, e la **classe di consistenza**. Per i getti in opera si è scelto di impiegare una classe S5 che permette un'ottima auto compattazione del calcestruzzo in assenza di fenomeni di segregazione del getto. Un getto liscio e compatto in superficie limita i fenomeni di corrosione delle armature e aumenta di conseguenza la durabilità e la qualità delle strutture riducendo al contempo la necessità di interventi di manutenzione.

Durante la fase di indurimento iniziale si ha un aumento della temperatura del getto che causa una **dilatazione** del calcestruzzo con stati di trazione superficiali e di compressione nella zona interna. Nella

successiva fase di raffreddamento del getto si ha un fenomeno di **contrazione** che genera tensioni di trazione nella parte del nucleo del getto e conseguente sviluppo di fessure interne per ritiro.

Il controllo di tali fenomeni si ottiene con le seguenti **prescrizioni per i getti**:

- *Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 della norma UNI-EN 934-2.*
- *Additivo SRA (shrinkage reducing admixtures).*
- *Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. In particolare: Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.*
- *Aggregati a matrice calcarea.*
- *Diametro massimo dell'aggregato: 20 mm per le elevazioni e 25 mm per la platea.*
- *Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm*

Un ulteriore provvedimento è l'adozione di un **copri ferro più elevato** per le fondazioni e per le spalle, rispetto a quanto previsto dalla NTC 2018. Tale scelta è legata al fatto che, per le opere interrato, è più difficile il controllo e la posa in opera dei distanziatori in ogni punto ed inoltre risulta quasi impossibile il controllo e la manutenzione.

L'aumento del copri ferro comporta il miglioramento della protezione apportata alle barre di armatura aumentando di fatto il tempo di percorrenza degli agenti corrosivi, dalla superficie della struttura fino alle armature metalliche con conseguente aumento della vita utile delle strutture.

Infine si impiegheranno anche degli additivi atti a controllare il ritiro idraulico del calcestruzzo. Infatti, il riscaldamento per la reazione esotermica di idratazione del cemento e la riduzione del volume nel tempo per la migrazione dell'acqua di impasto non legata chimicamente al cemento, contribuisce alla formazione di fessurazioni per ritiro idraulico. Il **contenimento del calore di idratazione**, e quindi del ritiro idraulico, è ottenuto mantenendo un rapporto acqua cemento basso e scegliendo una matrice calcarea degli aggregati che consentono di uniformare il calore tra nucleo e superficie dei getti e di occupare il maggior volume possibile nella miscela, realizzando uno scheletro rigido in opposizione alla contrazione di volume.

Per le strutture in acciaio sono invece previsti dei trattamenti di validità comprovata quali zincatura a caldo per immersione e verniciatura di protezione.

4.2 MANUTENIBILITÀ DELLE OPERE STRUTTURALI

Gli aspetti presi in considerazione nel precedente paragrafo che aumentano la qualità dei getti e la durabilità delle opere in calcestruzzo contribuiscono di fatto anche alla riduzione delle manutenzioni sugli elementi stessi.

Per le strutture in acciaio, con particolare riguardo a quelle poste all'esterno, si dovranno prevedere dei controlli periodici per valutare lo stato delle superfici e l'eventuale formazione di corrosione.

Altri interventi di manutenzione ordinaria per le componenti in carpenteria metallica riguardano il controllo delle coppie di serraggio dei bulloni ed il controllo delle deformazioni delle travi in acciaio.