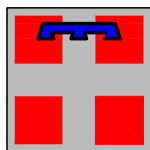


# Autostrada Asti-Cuneo



PROVINCIA DI ASTI



REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI CUNEO

## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE ASTI - CUNEO

TRONCO II A21 (ASTI EST) - A6 (MARENE)  
LOTTO 6 RODDI - DIGA ENEL

PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

OPERE A VERDE COMPLEMENTARI E D'INSERIMENTO PAESAGGISTICO

BAT BRIDGE 1

PIANO DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE

Aggiornato: 00	Data : Apr. 2013	Descrizione: EMISSIONE	Redatto: Ing. Schibuola	Controllato: Ing. Spoglianti	Approvato: Ing. Ghislandi	Codifica: 2.6 E - r F.2.1.48
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Lotto Prog. Tipo Elaborato
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data: Marzo 2015
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Scala: -



PROGETTISTA e RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Enrico Ghislandi  
Albo di Milano  
N° A 16993

CONCESSIONARIA:





## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. CORPO D'OPERA.....</b>	<b>2</b>
2.1. UNITÀ TECNOLOGICA: STRUTTURE IN SOTTOSUOLO.....	2
2.1.1. <i>Requisiti e prestazioni (ut)</i> .....	2
2.1.2. <i>Elemento Manutenibile: Strutture di fondazione</i> .....	3
2.2. UNITÀ TECNOLOGICA: STRUTTURE IN ELEVAZIONE.....	4
2.2.1. <i>Requisiti e prestazioni (ut)</i> .....	4
2.2.2. <i>Elemento Manutenibile: Strutture spaziali</i> .....	11
2.2.3. <i>Elemento Manutenibile: Strutture verticali</i> .....	13
2.3. UNITÀ TECNOLOGICA: CAVI E TIRANTI.....	16
2.3.1. <i>Requisiti e prestazioni (ut)</i> .....	16
2.3.2. <i>Elemento Manutenibile: Tiranti</i> .....	17
2.3.3. <i>Elemento Manutenibile: Bullonature</i> .....	18
2.3.4. <i>Elemento Manutenibile: Saldature</i> .....	19

## 1. INTRODUZIONE

L'opera bat bridge, è costituita da una rete tesa senza interruzioni trasversalmente alle due rispetto alla carreggiata, avente una maglia annodata 4,5 x 4,5 di colore nero, tenuta in tensione da cavi di acciaio. Le strutture portanti sono costituite da pali accoppiati di altezza circa 10 m posti ad una distanza di due metri per garantire una sufficiente ampiezza al corridoio. Tale corridoio presenta una specie di invito verso i due lati del territorio aperto realizzato sempre con la medesima rete e connesso ai corridoio vegetati presenti lungo l'infrastruttura con apposita vegetazione di bordo. La struttura è costituita da colonne in acciaio, collegate da n. 3 funi di acciaio a sostegno della rete a maglie annodate, le colonne sono collegate fra di loro mediante traversi in tubolari di acciaio fondate su un plinto in c.a. Anche le funi sono ancorate su fondazioni in c.a. con funzione di zavorra.

## 2. CORPO D'OPERA

Il corpo d'opera è costituito da una struttura in Struttura Acciaio e Calcestruzzo suddivisa nelle seguenti unità tecnologiche:

- Strutture in sottosuolo
- Strutture in elevazione
- Cavi e Tiranti

### 2.1. UNITÀ TECNOLOGICA: STRUTTURE IN SOTTOSUOLO.

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio avente funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio dal terreno sottostante e trasmetterne ad esso il peso della struttura e delle altre forze esterne.

#### 2.1.1. Requisiti e prestazioni (ut)

##### 2.1.1.1. Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

Le strutture in sottosuolo dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

#### **Prestazioni:**

Le strutture in sottosuolo, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

Livello minimo della prestazione:

***L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:***

- **Strutture di fondazione**

### 2.1.2. Elemento Manutenibile: Strutture di fondazione

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio avente funzione di trasmettere al terreno il peso della struttura e delle altre forze esterne.

#### 2.1.2.1. Anomalie riscontrabili:

- Cedimenti: Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.
- Distacchi murari: Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.
- Fessurazioni: Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.
- Lesioni: Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.
- Non perpendicolarità del fabbricato: Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.
- Umidità: Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

#### 2.1.2.2. Controlli Eseguibili Dall'utente:

- Controllo struttura:

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

*Requisiti da verificare*: 1) Resistenza meccanica.

*Anomalie riscontrabili*: 1) Cedimenti; 2) Distacchi murari; 3) Fessurazioni; 4) Lesioni; 5) Non perpendicolarità del fabbricato; 6) Umidità.

#### 2.1.2.3. Manutenzioni Eseguibili Da Personale Specializzato:

- Interventi sulle strutture:

Cadenza: quando occorre

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE**  
**Bat Bridge 1- Piano di Manutenzione delle strutture**

compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

*Ditte specializzate:* Specializzati vari.

## **2.2. UNITÀ TECNOLOGICA: STRUTTURE IN ELEVAZIONE**

Si definiscono strutture in elevazione gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno.

### **2.2.1. Requisiti e prestazioni (ut)**

#### 2.2.1.1. Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

##### **Prestazioni:**

Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

#### 2.2.1.2. (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche

*Classe di Requisiti: Protezione elettrica*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

Le strutture di elevazione dovranno in modo idoneo impedire eventuali dispersioni elettriche.

##### **Prestazioni:**

Tutte le parti metalliche facenti parte delle strutture di elevazione dovranno essere connesse ad impianti di terra mediante dispersori. In modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Essi variano in funzione delle modalità di progetto.

#### 2.2.1.3. Resistenza agli agenti aggressivi

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

Le strutture di elevazione non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE**  
**Bat Bridge 1- Piano di Manutenzione delle strutture**

**Prestazioni:**

Le strutture di elevazione dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

**Livello minimo della prestazione:**

Nelle opere e manufatti in calcestruzzo, il D.M. 14.1.2008 prevede che gli spessori minimi del copriferro variano in funzione delle tipologie costruttive, in particolare al punto 4.1.6.1.3 "Copriferro e interferro" la normativa dispone che " L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo".

2.2.1.4. Resistenza agli attacchi biologici

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

Le strutture di elevazione, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non dovranno subire riduzioni di prestazioni.

**Prestazioni:**

Le strutture di elevazione costituite da elementi in legno non dovranno permettere la crescita di funghi, insetti, muffe, organismi marini, ecc., ma dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali anche in caso di attacchi biologici. Gli elementi in legno dovranno essere trattati con prodotti protettivi idonei.

**Livello minimo della prestazione:**

I valori minimi di resistenza agli attacchi biologici variano in funzione dei materiali, dei prodotti utilizzati, delle classi di rischio, delle situazioni generali di servizio, dell'esposizione a umidificazione e del tipo di agente biologico.

DISTRIBUZIONE DEGLI AGENTI BIOLOGICI PER CLASSI DI RISCHIO (UNI EN 335-1)

CLASSE DI RISCHIO: 1;

Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (secco);

Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: nessuna;

Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: -; b)\*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -.

CLASSE DI RISCHIO: 2;

Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (rischio di umidificazione);

Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: occasionale;

Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)\*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -.

CLASSE DI RISCHIO: 3;

Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, non al coperto;

Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: frequente;

Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)\*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -;



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE**  
**Bat Bridge 1- Piano di Manutenzione delle strutture**

CLASSE DI RISCHIO: 4;

Situazione generale di servizio: a contatto con terreno o acqua dolce;

Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;

Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)\*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -.

CLASSE DI RISCHIO: 5;

Situazione generale di servizio: in acqua salata;

Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;

Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)\*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: U.

DOVE:

U = universalmente presente in Europa

L = localmente presente in Europa

\* il rischio di attacco può essere non significativo a seconda delle particolari situazioni di servizio.

#### 2.2.1.5. Resistenza al fuoco:

*Classe di Requisiti: Protezione antincendio*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

La resistenza al fuoco rappresenta l'attitudine degli elementi che costituiscono le strutture a conservare, in un tempo determinato, la stabilità (R), la tenuta (E) e l'isolamento termico(I). Essa è intesa come il tempo necessario affinché la struttura raggiunga uno dei due stati limite di stabilità e di integrità, in corrispondenza dei quali non è più in grado sia di reagire ai carichi applicati sia di impedire la propagazione dell'incendio.

#### **Prestazioni:**

Gli elementi delle strutture di elevazione devono presentare una resistenza al fuoco (REI) non inferiore a quello determinabile in funzione del carico d'incendio, secondo le modalità specificate nel D.M. 9.3.2007

#### **Livello minimo della prestazione:**

In particolare gli elementi costruttivi delle strutture di elevazione devono avere la resistenza al fuoco indicata di seguito, espressa in termini di tempo entro il quale le strutture di elevazioni conservano stabilità, tenuta alla fiamma, ai fumi ed isolamento termico:

Altezza antincendio (m): da 12 a 32 - Classe REI (min): 60;

Altezza antincendio (m): da oltre 32 a 80 - Classe REI (min): 90;

Altezza antincendio (m): oltre 80 - Classe REI (min): 120.

#### 2.2.1.6. Resistenza al gelo

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

Le strutture di elevazione non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco Il Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE**  
**Bat Bridge 1- Piano di Manutenzione delle strutture**

**Prestazioni:**

Le strutture di elevazione dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo.

In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

**Livello minimo della prestazione:**

I valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

2.2.1.7. Resistenza al vento

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

Le strutture di elevazione debbono resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli elementi che le costituiscono.

**Prestazioni:**

Le strutture di elevazione devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. 14.1.2008 (che divide convenzionalmente il territorio italiano in zone), tenendo conto dell'altezza della struttura e del tipo di esposizione.

**Livello minimo della prestazione:**

I valori minimi variano in funzione del tipo di struttura in riferimento ai seguenti parametri dettati dal D.M. 14.1.2008

**AZIONI DEL VENTO**

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti. Peraltro, per costruzioni di forma o tipologia inusuale, oppure di grande altezza o lunghezza, o di rilevante snellezza e leggerezza, o di notevole flessibilità e ridotte capacità dissipative, il vento può dare luogo ad effetti la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte e che tengano conto della dinamica del sistema.

**VELOCITA' DI RIFERIMENTO**

La velocità di riferimento  $V_b$  è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche  $v_b$  è data dall'espressione:

$$V_b = V_{b,0} \text{ per } A_s \leq A_0$$

$$V_b = V_{b,0} + K_a (A_s - A_0) \text{ per } A_s > A_0$$

dove:

$V_{b,0}$ ,  $A_0$ ,  $K_a$  sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione delle zone;





**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE**  
**Bat Bridge 1- Piano di Manutenzione delle strutture**

As è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

TABELLA 3.3.I

ZONA: 1 - Descrizione: Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia (con l'eccezione

della Provincia di Trieste);

$V_{ref,0}$  (m/s) = 25;  $A_0$  (m) = 1000;  $K_a$  (1/s) = 0.010

ZONA: 2 - Descrizione: Emilia-Romagna

$V_{b,0}$  (m/s) = 25;  $A_0$  (m) = 750;  $K_a$  (1/s) = 0.015

ZONA: 3 - Descrizione: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la

Provincia di Reggio Calabria)

$V_{ref,0}$  (m/s) = 27;  $A_0$  (m) = 500;  $K_a$  (1/s) = 0.020

ZONA: 4 - Descrizione: Sicilia e provincia di Reggio Calabria

$V_{ref,0}$  (m/s) = 28;  $A_0$  (m) = 500;  $K_a$  (1/s) = 0.020

ZONA: 5 - Descrizione: Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola di La Maddalena)

$V_{ref,0}$  (m/s) = 28;  $A_0$  (m) = 750;  $K_a$  (1/s) = 0.015

ZONA: 6 - Descrizione: Sardegna (zona occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola di La Maddalena)

$V_{ref,0}$  (m/s) = 28;  $A_0$  (m) = 500;  $K_a$  (1/s) = 0.020

ZONA: 7 - Descrizione: Liguria

$V_{ref,0}$  (m/s) = 29;  $A_0$  (m) = 1000;  $K_a$  (1/s) = 0.015

ZONA: 8 - Descrizione: Provincia di Trieste

$V_{ref,0}$  (m/s) = 31;  $A_0$  (m) = 1500;  $K_a$  (1/s) = 0.010

ZONA: 9 - Descrizione: Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto

$V_{ref,0}$  (m/s) = 31;  $A_0$  (m) = 500;  $K_a$  (1/s) = 0.020

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si potrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione. I valori della velocità di riferimento possono essere ricavati da dati supportati da opportuna documentazione o da indagini statistiche adeguatamente comprovate. Fatte salve tali valutazioni, comunque raccomandate in prossimità di vette e crinali, i valori utilizzati non dovranno essere minori di quelli previsti per 1500 m di altitudine.

#### AZIONI STATICHE EQUIVALENTI

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.

L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

Nel caso di costruzioni o elementi di grande estensione, si deve inoltre tenere conto delle azioni tangenti esercitate dal vento.

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione; in casi

particolari, come ad esempio per le torri a base quadrata o rettangolare, si deve considerare anche l'ipotesi di vento spirante secondo la direzione di una delle diagonali.

#### **PRESSIONE DEL VENTO**

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$P = Q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove:

$Q_b$  è la pressione cinetica di riferimento;

$C_e$  è il coefficiente di esposizione;

$C_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;

$C_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

#### **AZIONE TANGENTE DEL VENTO**

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$P_f = Q_b \cdot C_e \cdot C_f$$

dove:

$C_f$  è il coefficiente d'attrito funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

#### **PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO**

La pressione cinetica di riferimento  $Q_b$  (in  $N/m^2$ ) è data dall'espressione:

$$Q_b = P \cdot V_b^2 \cdot 0,5$$

dove:

$V_b$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

$R$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1,25 \text{ kg/cm}^3$

#### **COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE**

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  dipende dall'altezza  $Z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $Z = 200 \text{ m}$ ,

esso è dato dalla formula:

$$C_e(Z) = K_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(Z / Z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(Z / Z_0)] \text{ per } Z \geq Z_{\min}$$

$$C_e(Z) = C_e(Z_{\min}) \text{ per } Z < Z_{\min}$$

dove:

$K_r$ ,  $Z_0$ ,  $Z_{\min}$  sono assegnati in Tab. 3.3. Il in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

$C_t$  è il coefficiente di topografia.



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE**  
**Bat Bridge 1- Piano di Manutenzione delle strutture**

**TABELLA 3.3.II**

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO: I -  $K_r = 0.17$ ;  $Z_0$  (m) = 0.01;  $Z_{min}$  (m) = 2

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO: II -  $K_r = 0.19$ ;  $Z_0$  (m) = 0.05;  $Z_{min}$  (m) = 4

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO: III -  $K_r = 0.20$ ;  $Z_0$  (m) = 0.10;  $Z_{min}$  (m) = 5

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO: IV -  $K_r = 0.22$ ;  $Z_0$  (m) = 0.30;  $Z_{min}$  (m) = 8

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO: V -  $K_r = 0.23$ ;  $Z_0$  (m) = 0.70;  $Z_{min}$  (m) = 12

In mancanza di analisi che tengano in conto sia della direzione di provenienza del vento sia delle variazioni di rugosità del terreno, la categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tabella 3.3.III. Il coefficiente di topografia  $C_t$  è posto di regola pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose, montane. Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati il coefficiente di topografia ci deve essere valutato con analisi più approfondite.

**TABELLA 3.3.III**

**CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO: A**

Descrizione: Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m.

**CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO: B**

Descrizione: Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

**CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO: C**

Descrizione: Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D

**CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO: D**

Descrizione: Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone

paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

**NOTA:**

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe di rugosità A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

***L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:***

- **Strutture spaziali**
- **Strutture verticali**

### **2.2.2. Elemento Manutenibile: Strutture spaziali**

Le strutture di elevazione spaziale sono costituite dagli elementi tecnici con funzione di sostenere i carichi agenti mediante un sistema strutturale caratterizzato da parametri geometrici-morfologici di tipo spaziale. Le strutture di elevazione spaziale a loro volta possono essere suddivise in: a) strutture tridimensionali; b) strutture a grigliato piano o curvo; c) strutture a superficie curva continua.

#### **2.2.2.1. Anomalie riscontrabili:**

- Alveolizzazione:  
Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine alveolizzazione a caratura.
- Bolle d'aria:  
Alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.
- Cavillature superficiali  
Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.
- Crosta  
Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero.
- Decolorazione  
Alterazione cromatica della superficie.
- Deposito superficiale  
Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.
- Disgregazione  
Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.
- Distacco  
Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.
- Efflorescenze  
Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.
- Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

- Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

- Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

- Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.

- Macchie e graffi

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

- Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

- Patina biologica

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

- Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

- Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.

- Presenza di vegetazione

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superficie.

- Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

- Scheggiature

Distacco di piccole parti di materiale lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.

#### 2.2.2.2. Controlli Eseguibili da Personale Specializzato:

- Controllo struttura:

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare l'integrità delle strutture individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

*Requisiti da verificare:* 1) Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza al fuoco; 3) Resistenza al vento; 4) Resistenza meccanica;

*Anomalie riscontrabili:* 1) Alveolizzazione; 2) Bolle d'aria; 3) Cavillature superficiali; 4) Crosta; 5) Decolorazione; 6) Deposito superficiale; 7) Disgregazione; 8) Distacco; 9) Efflorescenze; 10) Erosione superficiale; 11) Esfoliazione; 12) Esposizione dei ferri di armatura; 13) Fessurazioni; 14) Macchie e graffi; 15) Mancanza; 16) Patina biologica; 17) Penetrazione di umidità; 18) Polverizzazione; 19) Presenza di vegetazione; 20) Rigonfiamento; 21) Scheggiature.

*Ditte specializzate:* Tecnici di livello superiore.

#### 2.2.2.3. Manutenzioni Eseguibili da Personale Specializzato:

- Interventi sulle strutture:

Cadenza: quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

*Ditte specializzate:* Specializzati vari.

### 2.2.3. Elemento Manutenibile: Strutture verticali

Le strutture verticali sono costituite dagli elementi tecnici con funzione di sostenere i carichi agenti, trasmettendoli verticalmente ad altre parti aventi funzione strutturale e ad esse collegate. Le strutture di elevazione verticali a loro volta possono essere suddivise in: a) strutture a telaio; b) strutture ad arco; c) strutture a pareti portanti.

#### 2.2.3.1. Anomalie riscontrabili:

- Alveolizzazione:

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine alveolizzazione a caratura.

- Bolle d'aria:

Alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.

- Cavillature superficiali

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

- Crosta

Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero.

- Decolorazione

Alterazione cromatica della superficie.

- Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

- Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

- Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

- Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

- Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

- Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

- Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

- Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.

- Macchie e graffiti

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

- Mancanza  
Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.
- Patina biologica  
Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.
- Penetrazione di umidità  
Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.
- Polverizzazione  
Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.
- Presenza di vegetazione  
Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superficie.
- Rigonfiamento  
Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.
- Scheggiature  
Distacco di piccole parti di materiale lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.

#### 2.2.3.2. Controlli Eseguibili da Personale Specializzato:

- Controllo struttura:  
Cadenza: quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

*Ditte specializzate:* Specializzati vari.



### 2.3. UNITÀ TECNOLOGICA: CAVI E TIRANTI.

Hanno lo scopo di sostenere gli elementi strutturalmente secondari quale rete e dispositivi vari.

#### 2.3.1. Requisiti e prestazioni (ut)

##### 2.3.1.1. (Attitudine al) controllo della freccia massima

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

La freccia di inflessione costituisce il parametro attraverso il quale viene giudicata la deformazione sotto carico e la sua elasticità.

##### **Prestazioni:**

Il controllo della freccia massima avviene sullo strato portante o impalcato strutturale che viene sottoposto al carico proprio, a quello degli altri strati ed elementi costituenti il solaio e a quello delle persone e delle attrezzature ipotizzati per l'utilizzo.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio degli elementi costruttivi.

##### 2.3.1.2. Regolarità delle finiture

*Classe di Requisiti: Visivi*

*Classe di esigenza: Aspetto*

Gli elementi debbono avere gli strati superficiali in vista privi di difetti, fessurazioni, scagliature o screpolature superficiali e/o comunque esenti da caratteri che possano rendere difficile la lettura formale.

##### **Prestazioni:**

Le superfici non devono presentare anomalie e/o comunque, screpolature, sbollature superficiali, ecc.. Le tonalità dei colori dovranno essere omogenee e non evidenziare eventuali tracce di ripresa di colore e/o comunque di ritocchi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi variano in funzione delle varie esigenze di aspetto come: la planarità; l'assenza di difetti superficiali; l'omogeneità di colore; l'omogeneità di brillantezza; l'omogeneità di insudiciamento, ecc..

##### 2.3.1.3. Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di esigenza: Sicurezza*

I cavi devono evitare la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione dalle sollecitazioni.

##### **Prestazioni:**

I cavi devono evitare la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione dalle sollecitazioni rilevanti in conseguenza dell'azione di sollecitazioni meccaniche che possono in un certo modo comprometterne la durata e la funzionalità nel tempo e costituire pericolo per la sicurezza degli utenti. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio, carichi di esercizio, sollecitazioni sismiche, carichi provocati da dilatazioni termiche, eventuali assestamenti e deformazioni di strutturali.

**Livello minimo della prestazione:**

Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti le pareti si rimanda comunque alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

***L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:***

- **Tiranti**
- **Bullonature**
- **Saldature**

**2.3.2. Elemento Manutenibile: Tiranti**

I tiranti svolgono una funzione statica di sostegno di contrasto a spostamenti orizzontali. In genere vengono utilizzati in caso di dissesti dovuti a traslazioni orizzontali di parti di pareti murarie o di un orizzontamento. La loro azione impedisce un eventuale incremento della traslazione. Essi vengono inserite in corrispondenza della parete muraria o di orizzontamento da presidiare. Essi possono avere sezione diversa (circolare, rettangolare, ecc.). L'intervento può essere localizzato o diffuso. Essi vanno predisposte attraverso elementi di ripartizione (piastre, giunti di tensione,organi di ritegno, ecc.).

**2.3.2.1. Anomalie riscontrabili:**

- **Corrosione**  
Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).
- **Fessure**  
Fessure evidenti nelle zone di ancoraggio.
- **Tensione insufficiente**  
Tensione insufficiente tra tirante e struttura.

**2.3.2.2. Controlli Eseguibili da Personale Specializzato:**

- **Controllo strutture:**  
Cadenza: ogni 6 mesi  
Tipologia: Controllo a vista

Controllo delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesti statici.

Controllare la giusta collaborazione degli elementi di ripartizione.

*Requisiti da verificare:* 1) (Attitudine al) controllo della freccia massima;2) Regolarità delle finiture; 3) Resistenza meccanica.

*Ditte specializzate:* Tecnici di livello superiore, Specializzati vari.

#### 2.3.2.3. Manutenzioni Eseguibili da Personale Specializzato:

- Ripristino:

Cadenza: quando occorre

Ripristino degli stati tensionali adeguati attraverso la registrazione degli elementi di ripartizione collaboranti. Sostituzione di eventuali elementi degradati con altri di analoghe caratteristiche.

*Ditte specializzate:* Tecnici di livello superiore, Specializzati vari.

#### 2.3.3. Elemento Manutenibile: Bullonature

Si tratta di elementi di giunzione tra parti metalliche e/o altri materiali (legno, lamellare, alluminio, metalli misti, ecc.). Le tipologie e caratteristiche dei prodotti forniti dal mercato variano a secondo dell'impiego.

##### 2.3.3.1. Anomalie riscontrabili:

- Allentamento

Allentamento delle bullonature rispetto alle tenute di serraggio.

- Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

##### 2.3.3.2. Controlli Eseguibili da Personale Specializzato:

- Controllo generale:

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.

*Anomalie riscontrabili:* 1) Allentamento.

*Ditte specializzate:* Specializzati vari.

##### 2.3.3.3. Manutenzioni Eseguibili da Personale Specializzato:

- Ripristino:

Cadenza: ogni anno

Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche.

*Ditte specializzate:* Specializzati vari.

#### **2.3.4. Elemento Manutenibile: Saldature**

##### 2.3.4.1. Anomalie riscontrabili:

- Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

- Interruzione

Interruzione e mancanza di continuità tra le parti.

- Rottura

Rottura e mancanza di continuità tra le parti.

##### 2.3.4.2. Controlli Eseguibili da Personale Specializzato:

- Ripristino:

Cadenza: quando occorre

Ripristino di continuità interrotte tra parti mediante nuove saldature.

*Ditte specializzate:* Specializzati vari.