



**CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA**  
**VI DIREZIONE - AMBIENTE**  
**SERVIZIO INGEGNERIA TERRITORIALE**

**DENOMINAZIONE  
 APPALTO:**

Lavori urgenti per la messa in sicurezza del ponte sul Canale degli Inglesi, lungo la S.P. 47 di Torre Faro e lago Piccolo, a salvaguardia delle matrici ambientali, all'interno della R.N.O. "Capo Peloro" - C.U.P.: B48E24000130003.



**PROGETTO ESECUTIVO**

<p><b>DATA</b> 10.10.2024</p>	<p><b>ELABORATO:</b> PIANO DI MANUTENZIONE</p>	<p><b>R. 03</b></p>
<p>Firmato il R.U.P.: Ing. Carmelo BATTAGLIA</p>	<p>Visti ed approvazioni:</p>	
<p>Firmato, il progettista Dirigente della VI Direzione: Ing. Giovanni LENTINI</p>		<p>L'IMPRESA:</p>

**REGIONE SICILIA**  
**Citta Metropolitana di Messina**

**PIANO DI  
MANUTENZIONE**

**OGGETTO:** Lavori urgenti per la messa in sicurezza del ponte sul Canale degli Inglesi lungo la S.P. 47 di Torre Faro e lago Piccolo, a salvaguardia delle matrici ambientali, all'interno della R.N.O. "Capo Peloro"

**COMMITTENTE:**

Messina, Ottobre 2024

**IL TECNICO**

Ing. Carmelo BATTAGLIA

( )

Il presente elaborato, quale documento complementare al progetto esecutivo, ha come scopo quello di regolamentare l'attività di manutenzione al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico dell'opera.

Il piano di manutenzione è lo strumento di ausilio per operatori tecnici addetti alla manutenzione, che indica la corretta esecuzione degli interventi di manutenzione. L'adozione di tale piano consente inoltre di conseguire i seguenti vantaggi:

- di tipo *tecnico-funzionale*, in quanto permette di definire le politiche e le strategie di manutenzione più idonee, contribuiscono a ridurre i guasti dovuti da una mancata programmazione della manutenzione e determinano le condizioni per garantire la qualità degli interventi;
- in termini *economici*, in quanto la predisposizione di procedure di programmazione e di controllo contribuiscono a minimizzare i costi di esercizio e manutenzione.

Attraverso tale elaborato si programmano nel tempo gli interventi e si individuano le risorse necessarie.

Esso struttura l'insieme dei controlli e degli interventi da eseguirsi a cadenze temporali prefissate, al fine di una corretta gestione della qualità dell'opera e delle sue parti nel corso degli anni.

# PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

## INTRODUZIONE

---

Il piano di manutenzione delle strutture è il documento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Il piano di manutenzione delle strutture costituisce parte essenziale della progettazione strutturale.

## DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

---

Il Ponte si trova in pessime condizioni di conservazione a causa della carbonatazione del calcestruzzo; ne consegue caduta del calcestruzzo copri ferro sia nel senso longitudinale, lasciando scoperta buona parte dei ferri di base delle travi, sia nel senso trasversale, lasciando esposte le staffe di collegamento dei ferri. In entrambi i casi i ferri rimasti esposti all'aria si presentano in avanzato stato di ossidazione.

Trattandosi di ponte in calcestruzzo armato precompresso, molte possono essere le cause dei fenomeni di degrado soprattutto di natura ambientale. I due fenomeni di degrado più diffusi nelle opere in calcestruzzo armato che provocano una riduzione del pH tale da innescare la corrosione sono la carbonatazione e l'attacco cloridrico. Il calcestruzzo può essere interessato da un processo di ammaloramento più o meno diffuso, con presenza di fessure, lesioni e distacchi accentuati dall'eventuale presenza di infiltrazioni di acque ad alto contenuto di cloruri a causa dell'utilizzo di sali disgelanti sulla pavimentazione stradale.

Nel programma di manutenzione delle opere d'arte stradali la funzione determinante, fulcro di tutte le operazioni successive, è l'ispezione visiva. Dall'ispezione scaturisce una serie di iniziative utili per una corretta gestione del patrimonio, dal risultato dipende la decisione di effettuare un ulteriore sopralluogo e/o la scelta di svolgere indagini sperimentali o di limitare o chiudere temporaneamente la viabilità. La normativa relativa al controllo delle opere d'arte stradali in Italia si basa sulle circolari ministeriali 19/7/67 e 25/02/91, non essendo presenti normative specifiche sviluppate più recentemente.

Lo strumento di base per la catalogazione dei danni alle strutture è rappresentato dalle schede di ispezione che riportano le informazioni base sulle caratteristiche della struttura, divise in:

- Caratteristiche dimensionali dell'opera, riportando la geometria, i materiali, le soluzioni strutturali e le caratteristiche al contorno che possono avere un'influenza sul funzionamento delle strutture;
- Il rapporto di ispezione delle strutture, includendo, per ogni elemento strutturale, la descrizione e la localizzazione e la stima delle dimensioni delle eventuali patologie incontrate e del loro stato di evoluzione. È opportuno definire uno standard per quanto riguarda la lista degli elementi strutturali da controllare, il tipo di patologie che potranno essere incontrate e la valutazione dello stato di gravità del danno rilevato.

Il piano di manutenzione si basa in ispezioni periodiche dello stato di salute delle opere che permettano la catalogazione delle patologie e la pianificazione degli eventuali interventi di manutenzione sulla base dei risultati delle ispezioni.

Lo stato di conservazione dell'opera è espresso attraverso due fattori derivanti dalle ispezioni effettuate, la Funzionalità dell'opera [IF] cioè la capacità di garantire la continuità di servizio in sicurezza e l'Indice di Degrado dell'Opera [IDOp].

## **DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI**

---

Il Ponte si trova a nord del litorale di Messina lungo la S.P. 47 e attraversa il canale costruito dagli inglesi nel 1830, che collega il Mar Tirreno al lago di Faro, detto lago piccolo o pantano piccolo.

Il progetto prevede la messa in sicurezza del ponte che collega le due sponde del Canale degli Inglesi mediante interventi di risanamento strutturale delle travi e della parte inferiore della caldana e può essere suddivisi in tre fasi.

### **1. ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE**

- a. chiusura momentanea del canale;
- b. realizzazione di una pista movimentazione con pala meccanica la sabbia attorno al canale e che consentirà la viabilità dei mezzi d'opera impiegati;
- c. montaggio dei ponteggi metallici;
- d. collocazione di vasca di raccolta e contenimento dei detriti provenienti dalle lavorazioni, al di sotto dei ponteggi.

## 2. ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI DI RISANAMENTO

- a. Esecuzione di n. 2 sfondellamenti della caldana in corrispondenza dei margini del ponte nella parte superiore, mediante:
- Il taglio dell'asfalto per l'area strettamente necessaria alle lavorazioni;
  - L'integrazione dell'armatura metallica della caldana collaborante, con appositi ferri di adeguato diametro;
  - Il taglio del calcestruzzo ai margini dell'area di ripristino per consentire l'ammorsamento del nuovo getto di cls con quello esistente;
  - Il getto di calcestruzzo Rck 30/35 per ambienti aggressivi;
  - La posa dello strato di manto bituminoso fino al raggiungimento del livello del manto stradale.
- b. Lavorazioni di ripristino della parte inferiore del ponte, mediante:
- La rimozione del calcestruzzo degradato e dell'ossidazione del ferro in eccesso, mediante idrodemolizione. I detriti e i liquidi provenienti da tale lavorazione saranno confinati all'interno di un'apposita vasca impermeabile e successivamente allontanati e smaltiti;
  - La sostituzione delle armature metalliche, eccessivamente degradate e non più funzionali, con armature di uguale diametro;
  - L'esecuzione di un rinforzo locale, mediante l'integrazione dell'armatura con rete elettrosaldata maglia 10 x 10 cm, opportunamente fissata con ancorante chimico alla struttura esistente;
  - L'idropulitura di tutte le parti oggetto di lavorazione;
  - Il trattamento delle armature metalliche con malta passivante;
  - Il getto di calcestruzzo Rck 30/35 per ambienti aggressivi, per ricostituzione del copriferro;
  - La posa di protettivo per calcestruzzo prefabbricato.

## 3. SMONTAGGIO

- rimozione dei ponteggi, della vasca di raccolta, delle piastre di cls.
- riapertura del canale mediante lo sgombero della sabbia.
-

## **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

---

Il controllo generale del piano viabile e delle principali parti che compongono il ponte viene eseguito saltuariamente senza compilare alcun documento.

Ogni 3 mesi e cioè ogni primavera, estate, autunno inverno, il capocantoniere eseguirà un controllo visivo "a piedi", ispezionando l'estradosso, l'intradosso, le scarpate e con l'occasione eseguirà le seguenti operazioni manutentive:

- pulizia scarichi, pulizia cunette e banchettoni
- verifica presenza ed eventuali aggiunte bulloneria barriera stradale/ringhiere
- eliminazione accumulo detriti in alveo
- soprattutto in autunno/inverno verificare assenza scalzamenti

Se a seguito del controllo quotidiano o stagionale venissero riscontrate particolari e preoccupanti anomalie, non comprensibili o non risolvibili direttamente dal personale di zona con operazioni di manutenzione ordinaria, sarà possibile definire le azioni correttive sulle strutture, allo scopo specifico di assicurare le condizioni di sicura transitabilità, Tali azioni potranno essere più o meno estese a seconda del tipo di danno, della sua localizzazione e del livello del degrado.

Gli interventi possono essere rappresentati da un monitoraggio continuo della patologia e da nuove ispezioni approfondite.

Se il danno è poco esteso si eseguiranno interventi localizzati, ossia interventi di manutenzione che prevedano la riparazione superficiale dei materiali ricomponendo, per esempio, gli strati di protezione previsti in progetto o svolgendo interventi di riparazione o di sigillatura fessure, che non influiscano sul comportamento globale della struttura e sulla funzionalità dell'opera.

Se il danno è molto esteso si eseguiranno interventi di rinforzo.

Se invece, il danno è molto esteso e tale da ridurre sensibilmente la capacità portante e/o la durabilità di un intero elemento strutturale, diviene necessaria la sostituzione dell'intero elemento strutturale.

### **TIPOLOGIE DI MANUTENZIONE**

Alcune parti di cui si compone il ponte sono sottoposte a manutenzione ordinaria costante da parte del personale di zona e non richiedono particolari attrezzature o competenze (es.: pulizia pozzetti, dell'alveo dai detriti, operazioni di svuotamento della sabbia depositata nel canale, piccoli ripristini localizzati, ecc..).

Altri, richiedono invece competenze specialistiche.

**ELEMENTI TECNICI STRUTTURALI MANUTENTIBILI:**

1. STRUTTURE IN C.A.
  - a. CALCESTRUZZO
  - b. BARRE DI ARMATURA
2. OPERE DI PAVIMENTAZIONE
3. OPERE NON STRUTTURALI

## **1 STRUTTURE IN C.A.**

I difetti più comuni riscontrabili in strutture di calcestruzzo riguardano i materiali che lo compongono, calcestruzzo ed armature. Queste ultime possono essere interessate da fenomeni di corrosione, a causa di difetti di progettazione oppure per raggiungimento della vita utile della struttura. Per quanto concerne i difetti del calcestruzzo, una classificazione può essere effettuata a seconda della natura del difetto che può essere di origine meccanica, chimica o fisica. Le cause più comuni di difetti di tipo meccanico possono essere individuate in impatti, sovraccarichi, eventuali movimenti della struttura quali ad esempio assestamenti, esplosioni o vibrazioni. Difetti di natura chimica possono essere generalmente riconducibili a reazioni alcali-aggregato, ad attività biologiche o alla presenza di agenti aggressivi quali ad esempio solfati, acqua dolce o sali. Infine per quanto riguarda i difetti del calcestruzzo di natura fisica, le cause principali risiedono in cicli gelo/disgelo e in fenomeni termici, di cristallizzazione dei sali, di ritiro, erosione o usura. In riferimento alla seconda tipologia di difetto precedentemente descritta ed interessante le armature, le cause più comuni possono essere individuate in fenomeni di carbonatazione, presenza di correnti vaganti o di contaminanti corrosivi. La presenza di questa ultima causa di degrado può provenire da prodotti presenti alla miscelazione, quali ad esempio cloruro di sodio o cloruro di calcio, oppure dall'ambiente esterno, con apporto ad esempio di cloruro di sodio o altri agenti contaminanti.

Nelle tabelle successive sono riportate in modo schematico le sopracitate cause comuni dei difetti riscontrabili nelle strutture di calcestruzzo, separatamente per il calcestruzzo e per le barre di armatura. La scelta di una malta è in relazione soprattutto alle modalità applicative. Più semplice è l'applicazione, migliore questa sarà e quindi migliore sarà il risultato dell'intervento in termini di durabilità dello stesso.

### **LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA**

---

Il problema della durabilità, con particolare riferimento alla corrosione delle armature, è estremamente rilevante nelle strutture in c.a.

Le principali cause di degrado che provocano una riduzione del pH tale da innescare il fenomeno della corrosione nelle strutture civili sono la carbonatazione e l'attacco cloridrico.

La corrosione è un fenomeno di graduale deterioramento di un materiale metallico per interazione con l'ambiente circostante. Essa avviene nello strato di umidità (condensa) onnipresente sulla

superficie del metallo, spesso non visibile a occhio nudo, secondo processi di ossido-riduzione tra l'acciaio e l'ossigeno atmosferico. La velocità di corrosione viene condizionata da diversi fattori quali l'umidità relativa, l'aumento del tasso d'inquinamento in atmosfera e la concentrazione salina nella condensa. L'acciaio è un materiale che, per sua natura, è vulnerabile alla corrosione in determinate situazioni, come l'esposizione ad aria umida soprattutto in ambienti molto aggressivi o inquinati. Per contrastarla si può intervenire sulle cause, rendendo l'acciaio meno vulnerabile mediante trattamenti di protezione superficiale o usando materiali in grado di passivarsi, ossia di formare sulla superficie patine di prodotti compatti e protettivi, ancorché sottili. Il sistema di protezione deve perseguire l'isolamento della superficie del manufatto dall'ambiente esterno aggressivo ed essere in grado di inibire i processi di ossidazione che danno luogo alla corrosione atmosferica. Ciò, nella pratica, nelle strutture viene ottenuto attraverso l'utilizzo di acciaio a resistenza migliorata o l'applicazione all'acciaio al carbonio di trattamenti che comportino un rivestimento della superficie in grado di frapporsi tra l'acciaio e le specie aggressive (effetto barriera o protezione passiva). È ottimale ricorrere a rivestimenti in grado di fornire anche un'azione protettiva di tipo elettrochimico, per ottenere una maggiore affidabilità. La durabilità dei materiali e della protezione superficiale deve essere garantita dalla corretta scelta dei materiali.

Il materiale o il suo trattamento anticorrosivo devono garantire i seguenti requisiti:

- protezione resistente ad urti ed abrasioni;
- protezione attiva (effetto barriera) e passiva (catodica);
- massimo livello possibile di adesione alla superficie da proteggere;
- protezione per tutta la durata in esercizio del ponte con il minor numero possibile di manutenzioni, cioè in grado di durare per tutta la vita utile dell'opera idealmente senza interventi di manutenzione o riducendone al minimo la frequenza senza alcuna perdita di sicurezza strutturale.

Questa indicazione non deve portare alla riduzione della sorveglianza che, al contrario, deve essere garantita con costanza e frequenza al pari delle manutenzioni, per ovviare a danneggiamenti per imprevisti, condizioni locali di particolare aggressività o danni locali alla protezione per qualsivoglia motivo, variazione delle condizioni ambientali di esposizione, errori realizzativi eventuali che possano comportare il non corretto funzionamento in qualche punto del sistema anticorrosivo.

**ANOMALIE RICONTRABILI**

<b>Materiale</b>	<b>Natura del difetto</b>	<b>Causa comune</b>
Calcestruzzo	Meccanica	Impatti
		Sovraccarichi
		Movimenti della struttura/ Vibrazioni
	Chimica	reazioni alcali-aggregato
		attività biologiche
		presenza di agenti aggressivi quali ad esempio solfati, acqua dolce o sali.
	Fisica	cicli gelo/disgelo
		fenomeni termici, di cristallizzazione dei sali, di ritiro, erosione o usura
		fenomeni di cristallizzazione dei sali
		ritiro/ erosione/ usura

<b>Materiale</b>	<b>Natura del difetto</b>	<b>Causa comune</b>	
Barre di armatura	Corrosione	Carbonatazione	
		Contaminanti corrosivi alla miscelazione	Cloruro di sodio
			Cloruro di calcio
		Contaminanti corrosivi dall'ambiente esterno	Cloruro di sodio
	Altri agenti contaminanti		

## **DIAGNOSI E MONITORAGGIO**

---

La valutazione può essere perseguita attraverso:

1. Indagini visive
2. Rilievi di parametri geometrici
3. Misure elettrochimiche
4. Analisi chimiche.

**Cadenza:** ogni 12 mesi

## **MODALITÀ D'USO:**

---

Non compromettere l'integrità. Riscontro di eventuali anomalie.

## **02 OPERE DI PAVIMENTAZIONE**

Le caratteristiche principali che devono avere le pavimentazioni esterne sono un'elevata resistenza alle azioni meccaniche provocate dallo scorrimento di autoveicoli e quindi di mezzi pesanti, un'adeguata antiscivolosità, soprattutto in caso di superficie bagnata, o in caso di ghiaccio, questo specialmente nel caso del passaggio di pedoni e quindi nelle aree pubbliche, ma anche in aree trafficate da autoveicoli.

Quindi la resistenza all'usura e il coefficiente d'attrito sono i più importanti attributi che devono avere. In caso di situazioni climatiche non favorevoli si deve garantire la durabilità della pavimentazione.

## **LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA**

---

I livelli minimi sono funzione dei materiali utilizzati e del loro impiego. Deve essere assicurato un valore della resistenza alla compressione non inferiore a 226 Kg/cm<sup>2</sup>.

In presenza di acqua, non devono verificarsi variazioni dimensionali né deformazioni permanenti nell'ordine dei 4-5 mm rispetto al piano di riferimento di riferimento.

### **Classe di Requisito**

1. Assenza emissione sostanze nocive
2. Protezione dal gelo
3. Protezione dagli agenti biologici
4. Resistenza all'acqua
5. Resistenza meccanica

## 6. Resistenza alla compressione

### ANOMALIE RICONTRABILI

---

#### 1. Avvallamenti o pendenze anomale dei pavimenti

Le pavimentazioni presentano zone con avvallamenti e pendenze anomale che ne pregiudicano la planarità. Nei casi più gravi sono indicatori di dissesti statici e di probabile collasso strutturale.

#### 2. 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.

#### 3. Fessurazioni

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

#### 4. Corrosione 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).

#### 5. Distacco

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

#### 6. Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

#### 7. 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.

#### 8. Lesioni

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### 9. Penetrazione di umidità

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

#### 10. Rigonfiamento

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

#### 11. Scheggiature

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

#### 12. Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

## **DIAGNOSI E MONITORAGGIO**

---

La valutazione dello stato può essere perseguita attraverso:

1. Indagini visive
2. Rilievi di parametri geometrici

**Cadenza:** ogni 12 mesi

## **MODALITÀ D'USO:**

---

Non compromettere l'integrità. Riscontro di eventuali anomalie.

## **03 OPERE NON STRUTTURALI**

Per ciò che concerne il controllo delle superfici dei rivestimenti costituenti i muri di sostegno, è necessaria la verifica di eventuale presenze di macchie, efflorescenze, abrasioni, ecc..

## **LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA**

---

Requisiti da verificare:

1. Resistenza all'usura;
2. Resistenza meccanica

## **ANOMALIE RICONTRABILI**

---

1. Alveolizzazione;
2. Cavillature superficiali;
3. Decolorazione;
4. Deposito superficiale;
5. Disgregazione;
6. Distacco;
7. Efflorescenze;
8. Erosione superficiale;
9. Esfoliazione;
10. Esposizione dei ferri di armatura;
11. Fessurazioni;
12. Penetrazione di umidità;
13. Deformazioni e spostamenti;
14. Patina biologica;
15. Polverizzazione;
16. Rigonfiamento.

## **DIAGNOSI E MONITORAGGIO**

---

La valutazione delle condizioni estetiche può essere perseguita attraverso:

1. Indagini visive

**Cadenza:** ogni 12 mesi

## **MODALITÀ D'USO:**

---

Riscontro di eventuali anomalie.