


PROGETTISTA: ING. ALBERTO PERDOMI ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO N. A17290	DIRETTORE DEI LAVORI	COMMITTENTE	COORDINATORE DI PROGETTO
--	----------------------	-------------	--------------------------

 <b>CENTRO DI ANALISI STRUTTURALE S.r.l.</b>	V.le Giustiniano, 10 20129 MILANO TEL. + 39 02 20 20 221 FAX: + 39 02 2951 2533 E-MAIL: ceas@finzi-ceas.it	<b>SISTEMA GESTIONE QUALITA'</b> AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO n° K031 RILASCIATO DA ISTITUTO QUASER CERTIFICAZIONI S.R.L.
		Progettazione ed erogazione di servizi di ingegneria strutturale, infrastrutturale, geotecnica, calcolo specialistico strutturale e geotecnico, direzione lavori, collaudo statico e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e esecuzione (EA 34)

COMMITTENTE	 <b>POLITECNICO DI MILANO</b> Amministrazione Centrale – Dipartimento di Energia – Area Tecnico Edilizia Piazza Leonardo da Vinci 32 – 20133 Milano  Responsabile Unico del Procedimento: Arch. R. Licari
-------------	---

OPERA DA ESEGUIRE	<b>Edificio Laboratorio per installazione di un calorimetro calibrato a due camere per il Dipartimento di Energia - Campus La Masa – Lambruschini</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
-------------------	--

TITOLO ELABORATO	<b>PIANO DI MANUTENZIONE</b>
------------------	------------------------------

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	R.C.
0	18/12/12	Prima emissione	Giuffredi	Perdomi	N.A.	Perdomi
Nome file	Codice commessa	Tipologia commessa	Tipologia elaborato	Fase progettuale	Parte d'impianto	Progressivo elaborato
PER-EQ-006.pdf	12017	PE	R	E	Q	006

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. MANUALE D'USO</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Descrizione delle opere</b>	<b>5</b>
2.1.1 Fondazioni	5
2.1.2 Vano ascensore e scala	5
2.1.3 Strutture verticali portanti	5
2.1.4 Orizzontamenti di piano	5
<b>2.2 Materiali impiegati</b>	<b>6</b>
2.2.1 Calcestruzzo	6
2.2.2 Acciaio tondo per c.a.	6
2.2.3 Acciaio per carpenteria metallica	6
<b>2.3 Prestazioni statiche – sovraccarichi di progetto</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Unità manutenibili</b>	<b>7</b>
<b>3. MANUALE DI MANUTENZIONE</b>	<b>11</b>
<b>4. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE</b>	<b>21</b>

## 1. Premessa

Il presente Piano di manutenzione delle opere civili è relativo all'intervento di costruzione di un nuovo Edificio Laboratorio per l'installazione di un calorimetro a due camere per il Dipartimento di Energia, presso il Campus La Masa – Lambruschini del Politecnico di Milano.

Tale documento è da considerarsi come elemento complementare al progetto esecutivo che ne prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera, l'attività di manutenzione al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

I manuali d'uso e di manutenzione rappresentano gli strumenti con cui l'utente si rapporta con l'immobile: direttamente utilizzandolo evitando comportamenti anomali che possano danneggiarne o comprometterne la durabilità e le caratteristiche; attraverso i manutentori che utilizzeranno così metodologie più confacenti ad una gestione che coniughi economicità e durabilità del bene.

A tal fine, i manuali definiscono le procedure di raccolta e di registrazione dell'informazione nonché le azioni necessarie per impostare il piano di manutenzione e per organizzare in modo efficiente, sia sul piano tecnico che su quello economico, il servizio di manutenzione.

Il manuale d'uso mette a punto una metodica di ispezione dei manufatti che individua sulla base dei requisiti fissati dal progettista in fase di redazione del progetto, la serie di guasti che possono influenzare la durabilità del bene e per i quali, un intervento manutentivo potrebbe rappresentare allungamento della vita utile e mantenimento del valore patrimoniale. Il manuale di manutenzione invece rappresenta lo strumento con cui l'esperto si rapporta con il bene in fase di gestione di un contratto di manutenzione programmata.

Il programma infine è lo strumento con cui, chi ha il compito di gestire il bene, riesce a programmare le attività in riferimento alla previsione del complesso di interventi inerenti la manutenzione di cui si presuma la frequenza e le strategie di attuazione nel medio e nel lungo periodo.

Il piano di manutenzione è organizzato nei tre strumenti seguenti:

- a) il manuale d'uso;
- b) il manuale di manutenzione;
- c) il programma di manutenzione;
  - c1) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
  - c2) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
  - c3) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

Tali strumenti devono consentire di raggiungere, in accordo con quanto previsti dalla norma UNI 10874 "Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione" almeno i seguenti obiettivi, raggruppati in base alla loro natura:

- 1) Obiettivi tecnico-funzionali:

- istituire un sistema di raccolta delle “informazioni di base” e di aggiornamento con le “informazioni di ritorno” a seguito degli interventi, che consenta, attraverso l’implementazione e il costante aggiornamento del “sistema informativo”, di conoscere e mantenere correttamente l’immobile e le sue parti;
- consentire l’individuazione delle strategie di manutenzione più adeguate in relazione alle caratteristiche del bene immobile ed alla più generale politica di gestione del patrimonio immobiliare;
- istruire gli operatori tecnici sugli interventi di ispezione e manutenzione da eseguire, favorendo la corretta ed efficiente esecuzione degli interventi;
- istruire gli utenti sul corretto uso dell’immobile e delle sue parti, su eventuali interventi di piccola manutenzione che possono eseguire direttamente; sulla corretta interpretazione degli indicatori di uno stato di guasto o di malfunzionamento e sulle procedure per la sua segnalazione alle competenti strutture di manutenzione;
- definire le istruzioni e le procedure per controllare la qualità del servizio di manutenzione.

2) Obiettivi economici:

- ottimizzare l’utilizzo del bene immobile e prolungare il ciclo di vita con l’effettuazione d’interventi manutentivi mirati;
- conseguire il risparmio di gestione sia con il contenimento dei consumi energetici o di altra natura, sia con la riduzione dei guasti e del tempo di non utilizzazione del bene immobile;
- consentire la pianificazione e l’organizzazione più efficiente ed economica del servizio di manutenzione.

## 2. Manuale d'uso

*“Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti significative del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità per la migliore utilizzazione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici” (art. 38, comma 3, del D.P.R. n. 207/2010).”*

---

Nel seguito si forniscono alcuni dati necessari dell'opera:

### 2.1 Descrizione delle opere

Le opere oggetto del presente Piano di manutenzione riguardano le seguenti strutture:

#### 2.1.1 Fondazioni

Il sistema è costituito da plinti collegati tra loro e trave nastriforme al di sotto dei muri in c.a., il tutto su colonne di jet-grouting.

#### 2.1.2 Vano ascensore e scala

I muri del vano ascensore sono in calcestruzzo armato gettato in opera, con spessore di 20 cm. La soletta della scala è in calcestruzzo armato, con spessore di 15 cm.

#### 2.1.3 Strutture verticali portanti

Le strutture verticali sono costituite da setti in calcestruzzo armato gettato in opera e lasciato a vista, da pilastri in c.a. e colonne in acciaio (tubolari quadri) con getto interno di calcestruzzo.

#### 2.1.4 Orizzontamenti di piano

Ci sono tre tipologie di solette di piano:

- Solai in laterocemento con spessore di 20 + 4 cm, alla quota di +5.74, e spessore di 16 + 4 cm, alla quota di +2.90. Le travi a sostegno di tali solai sono in calcestruzzo armato gettato in opera e in spessore di solaio.
- Solai in calcestruzzo armato in getto pieno, per la passerella del mezzanino (quota +2.90), con spessore di 20 cm.
- Solaio prefabbricato in calcestruzzo armato precompresso, con spessore di 80 + 10 cm per la quota +5.70 (copertura laboratorio) e spessore di 50 + 10 cm per la quota +9.67 (copertura uffici).

## **2.2 Materiali impiegati**

### **2.2.1 Calcestruzzo**

Calcestruzzo per fondazioni:

- classe di resistenza: C28/35 ( $R_{ck} \geq 35$  MPa)
- classe di esposizione: XC4
- classe di consistenza: S3
- diametro massimo degli aggregati: 25 mm

Calcestruzzo per pilastri, muri, solette e rampe scale:

- classe di resistenza: C28/35 ( $R_{ck} \geq 35$  MPa)
- classe di esposizione: XC2
- classe di consistenza: S4
- diametro massimo degli aggregati: 25 mm

### **2.2.2 Acciaio tondo per c.a.**

Le armature sono costituite da barre tonde nervate in acciaio B450C.

### **2.2.3 Acciaio per carpenteria metallica**

Tutti i profilati e le piastre saranno in acciaio S275JR EN10025.

## **2.3 Prestazioni statiche – sovraccarichi di progetto**

Consultare il progetto esecutivo.

## **2.4 Unità manutenibili**

Nel seguito si riportano le Schede delle modalità d'uso corretto delle parti più significative, utilizzando la seguente codificazione:

<b>Scheda</b>	<b>Descrizione</b>
U-01.01	Opere in calcestruzzo, c.a. e c.a.p.
U-02.01	Opere in acciaio

Modalità d'uso corretto	Scheda: U-01.01
Opere in calcestruzzo, c.a. e c.a.p.	
<p><b><u>Descrizione</u></b></p> <p><b>Fondazioni</b></p> <p>Elementi del sistema edilizio atti a trasmettere al terreno le azioni esterne e il peso proprio della struttura.</p> <p>Il sistema è costituito da plinti collegati tra loro e trave nastriforme al di sotto dei muri in c.a., il tutto su colonne di jet-grouting.</p> <p><b>Struttura in elevazione</b></p> <p>Elementi del sistema edilizio aventi il compito di resistere alle azioni verticali ed orizzontali agenti sulla parte di struttura fuori terra, e di trasmetterle alla fondazione.</p> <p>La struttura in elevazione, in calcestruzzo armato gettato in opera, è costituita dai muri del vano ascensore con spessore di 20 cm, setto con spessore di 20 cm e pilastri.</p> <p><b>Orizzontamenti</b></p> <p>Elementi del sistema edilizio con funzione di sostenere orizzontalmente i carichi agenti trasmettendoli ad altre parti della struttura (pilastri e muri).</p> <p>Ci sono tre tipologie di solette di piano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solai in laterocemento con spessore di 20 + 4 cm, alla quota di +5.74, e spessore di 16 + 4 cm, alla quota di +2.90. Le travi a sostegno di tali solai sono in calcestruzzo armato gettato in opera e in spessore di solaio.</li> <li>• Solai in calcestruzzo armato in getto pieno, per la passerella del mezzanino (quota +2.90), con spessore di 20 cm.</li> <li>• Solaio prefabbricato in calcestruzzo armato precompresso, con spessore di 80 + 10 cm per la quota +5.70 (copertura laboratorio) e spessore di 50 + 10 cm per la quota +9.67 (copertura uffici).</li> </ul> <p><b>Passerelle e scale</b></p> <p>Le passerelle e le scale interne hanno struttura in calcestruzzo armato gettato in opera, avente spessore di 15 e 20 cm.</p>	
<p><b><u>Rappresentazione grafica</u></b></p> <p>Vedi le seguenti tavole del Progetto esecutivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tavola n. PED-EH-001</li> <li>- Tavola n. PED-EH-002</li> <li>- Tavola n. PED-EH-003</li> <li>- Tavola n. PED-EH-004</li> <li>- Tavola n. PED-EH-005</li> <li>- Tavola n. PED-EH-006</li> <li>- Tavola n. PED-EH-007</li> </ul>	



- Tavola n. PED-EH-008
- Tavola n. PED-EH-011
- Tavola n. PED-EH-012
- Tavola n. PED-EH-013
- Tavola n. PED-EH-014
- Tavola n. PED-EH-015

**Modalità d'uso corretto**

Rispetto dei carichi di progetto (evitare i carichi oltre i limiti previsti).

Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità della struttura per nessuna ragione.

Evitare la manomissione degli elementi strutturali per l'esecuzione di tracce per impianti o nicchie per alloggiamenti.

Modalità d'uso corretto	Scheda: U-02.01
<b>Opere in acciaio</b>	
<b><u>Descrizione</u></b>	
<b>Colonne</b>  Sono in acciaio le colonne portanti dell'edificio, su cui si appoggiano le travi del solaio prefabbricato. Tali colonne sono riempite in calcestruzzo gettato in opera.	
<b>Travi e soletta corridoi laterali</b>  La copertura dei due corridoi laterali ha struttura portante in profili in acciaio e soletta in getto di calcestruzzo su lamiera grecata collaborante.	
<b><u>Rappresentazione grafica</u></b>  Vedi le seguenti tavole del Progetto esecutivo:  <ul style="list-style-type: none"><li>- Tavola n. PED-EH-002</li><li>- Tavola n. PED-EH-003</li><li>- Tavola n. PED-EH-004</li><li>- Tavola n. PED-EH-008</li><li>- Tavola n. PED-EH-012</li><li>-</li></ul>	
<b><u>Modalità d'uso corretto</u></b>  Rispetto dei carichi di progetto (evitare i carichi oltre i limiti previsti).  Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità della struttura per nessuna ragione.	

### 3. Manuale di manutenzione

*“Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti significative del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio” (art. 38, comma 5, del D.P.R. n. 207/2010).*

---

#### UNITÀ MANUTENIBILI

Nel seguito si riportano le Schede di manutenzione delle parti più significative, utilizzando la seguente codificazione:

Scheda	Descrizione
M-01.01	Opere in calcestruzzo, c.a. e c.a.p.
M-02.01	Opere in acciaio

Manutenzione	Scheda: M-01.01
<b>Opere in <u>calcestruzzo</u>, c.a. e c.a.p.</b>	
<p><b><u>Descrizione</u></b></p> <p><b>Fondazioni</b></p> <p>Elementi del sistema edilizio atti a trasmettere al terreno le azioni esterne e il peso proprio della struttura.</p> <p>Il sistema è costituito da plinti collegati tra loro e trave nastriforme al di sotto dei muri in c.a., il tutto su colonne di jet-grouting.</p> <p><b>Struttura in elevazione</b></p> <p>Elementi del sistema edilizio aventi il compito di resistere alle azioni verticali ed orizzontali agenti sulla parte di struttura fuori terra, e di trasmetterle alla fondazione.</p> <p>La struttura in elevazione, in calcestruzzo armato gettato in opera, è costituita dai muri del vano ascensore con spessore di 20 cm, setto con spessore di 20 cm e pilastri.</p> <p><b>Orizzontamenti</b></p> <p>Elementi del sistema edilizio con funzione di sostenere orizzontalmente i carichi agenti trasmettendoli ad altre parti della struttura (pilastri e muri).</p> <p>Ci sono tre tipologie di solette di piano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solai in laterocemento con spessore di 20 + 4 cm, alla quota di +5.74, e spessore di 16 + 4 cm, alla quota di +2.90. Le travi a sostegno di tali solai sono in calcestruzzo armato gettato in opera e in spessore di solaio.</li> <li>• Solai in calcestruzzo armato in getto pieno, per la passerella del mezzanino (quota +2.90), con spessore di 20 cm.</li> <li>• Solaio prefabbricato in calcestruzzo armato precompresso, con spessore di 80 + 10 cm per la quota +5.70 (copertura laboratorio) e spessore di 50 + 10 cm per la quota +9.67 (copertura uffici).</li> </ul> <p><b>Passerelle e scale</b></p> <p>Le passerelle e le scale interne hanno struttura in calcestruzzo armato gettato in opera, avente spessore di 15 e 20 cm.</p>	
<p><b><u>Requisiti e prestazioni</u></b></p> <p>- <b>Resistenza meccanica:</b> le strutture devono resistere ai carichi e alle sollecitazioni previste in fase di progettazione. Classe di requisiti: di stabilità. Classe di esigenza: sicurezza. Prestazioni: le strutture devono resistere ai carichi e alle sollecitazioni previste in fase di progettazione.</p>	

**Anomalie riscontrabili**

- **Macchie di umidità:** derivano dalla penetrazione dell'acqua di origine meteorica attraverso il calcestruzzo. Si presenta con tracce di calcio rilasciate sulla superficie, che delimitano un'area di colorazione diversa dal materiale integro. Per umidità passiva si intende il fenomeno estinto e del quale restano tracce di vecchie macchie biancastre. Per umidità attiva si intende un fenomeno legato a fattori meteorologici, con evidenti segni di infiltrazione, tracce di scolo e presenze di efflorescenze e/o stalattiti.

*Possibili cause*

Sono di origini molteplici e legate a pregressi:

- mancanti o errati convogliamenti delle acque;
- carenze nell'impermeabilizzazione;
- scarichi insufficienti o deteriorati;
- scarichi che hanno convogliato l'acqua direttamente su parti strutturali;
- giunti inidonei o deteriorati;
- scossaline carenti o mancanti.

- **Vespai:** è un difetto molto evidente che si presenta con esposizione dei granuli dell'inerte non perfettamente avvolti nelle parti fini dell'impasto, con possibile distacco anche manuale dei granuli stessi. Il difetto si può presentare anche su superfici non estese.

*Possibili cause*

Il fenomeno, facilitato nel caso di calcestruzzi confezionati con mix design errati e/o granulometrie non adeguate, trae origine da una non corretta modalità di getto, per insufficiente vibratura, segregazione locale dovuta all'altezza del getto e insufficiente sigillatura dei casseri.

- **Distacco del copriferro:** è un difetto che si manifesta inizialmente con lesioni parallele agli spigoli o con rigonfiamento del calcestruzzo in corrispondenza dei ferri d'armatura. Successivamente si determina il distacco parziale o totale del copriferro con messa a nudo dell'armatura.

*Possibili cause*

Il deterioramento del copriferro deriva dal suo esiguo spessore, dalla cattiva qualità del calcestruzzo, da una concentrazione di armatura (scarso interferro), dal fenomeno della carbonatazione. L'aria, unita a umidità, penetrando all'interno del conglomerato comporta l'ossidazione dell'armatura, producendo un aumento di volume del ferro e la conseguente espulsione del copriferro.

- **Armatura ossidata:** l'ossidazione dell'armatura si presenta o in modo visibile in presenza di distacco del copriferro, o in modo invisibile, allorché il copriferro è carbonatato (in questo caso il copriferro appare visivamente intatto anche se talvolta il distacco è già in atto e rilevabile con battiture locali).

*Possibili cause*

L'ossidazione è causata dal venir meno della passivazione delle barre, a seguito della carbonatazione del calcestruzzo, e provoca una riduzione dell'adesione tra ferro e calcestruzzo ed un successivo aumento di volume dell'armatura con riduzione del diametro della stessa e distacco del copriferro.

**Staffe scoperte/ossidate:** si riferisce alla vista delle staffe in insufficiente o totale mancanza di copriferro. L'ossidazione ne è una diretta conseguenza. Riconoscibile anche dalla distribuzione regolare.

*Possibili cause*

- l'assenza di copriferro è causata dalla mancanza di distanziatori in fase di getto;
- l'ossidazione è causata dal contatto con l'aria e/o l'acqua.

- **Fessure:** è riferito a lesioni sul calcestruzzo il cui andamento può essere prevalentemente orizzontale, verticale, diagonale, lungo l'asse longitudinale o trasversale dell'elemento, o come una

serie di lesioni modeste (a ragnatela), diffuse ed ad andamento irregolare, molto evidenti in presenza di umidità.

*Possibili cause*

- riprese di getto;
- ritiro differenziale del calcestruzzo;
- assestamenti delle fondazioni;
- spinte differenziali dei terreni;
- origine strutturale per sollecitazioni superiori a quelle di progetto;
- carenze d'armature;
- scarsa qualità del calcestruzzo.

- **Lesioni attacco trave-soletta:** è un difetto che si rileva nella sezione di attacco tra trave e soletta. Il distacco di solito è modesto e la localizzazione è univoca.

*Possibili cause*

- carenza d'armatura di collegamento;
- ritiro del calcestruzzo;
- mancata preparazione delle superfici prima del getto o insufficiente vibrazione dei getti;
- nel caso di elementi in c.a.p. il fenomeno è legato al ritiro ed al fluage.

- **Danni da urto:** è riferito a rottura degli spigoli, asportazione del copriferro, deformazione delle armature, tranciamento delle armature lente o di precompressione ovvero se il punto di impatto è più alto, danneggiamenti di varia entità fino allo sgretolamento dell'anima.

*Possibili cause*

- urti di veicoli o macchine.

**Controlli eseguibili dall'utente**

Non applicabile.

**Controlli eseguibili da personale specializzato**

**Controllo strutture:** controllo periodico finalizzato alla ricerca di possibili anomalie.

- Cadenza: ogni 12 mesi.
- Ditte specializzate: tecnici di livello superiore.

**Manutenzioni eseguibili dall'utente**

Non applicabile.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

- **Ripristino di elementi con umidità:** gli interventi possono essere i seguenti, in ragione della gravità ed estensione del fenomeno:
  - se il fenomeno è contenuto è sufficiente prevedere un trattamento superficiale di protezione cementizia contenente inibitori di corrosione;
  - nei casi più gravi potrà essere necessario procedere alla sostituzione del copriferro, fermo restando che giunti, scarichi e impermeabilizzazioni siano già stati ripristinati nella loro funzionalità.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ripristino di elementi con vespai:**

- idrodemolizione dei calcestruzzi per tutta la profondità del fenomeno;
- ripristino e pulizia delle eventuali armature scoperte;
- ricostruzione dello strato di calcestruzzo asportato con malta o betoncino reoplastico, secondo le tecniche indicate per la ricostruzione del copriferro.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ricostruzione del copriferro:**

- rimozione del calcestruzzo ammalorato attraverso l'uso di una idropulitrice ed acqua in pressione fino ad eliminare le parti incoerenti o in fase di distacco;
- sostituzione delle parti di armatura che presentano un significativo degrado con riduzione di sezione;
- trattamento dell'armatura a vista, dopo la necessaria pulizia meccanica, mediante l'applicazione a pennello di malta cementizia anticorrosiva, applicata a due mani, ed atta a riportare il pH a 12. Il prodotto utilizzato dovrà avere un'adesione minima di 1,8 N/mm<sup>2</sup> ed un pH dell'impasto pari a 12,6;
- ricostruzione del copriferro prevedendo una delle seguenti soluzioni: 1) con malta cementizia mono o bicomponente, fibrorinforzata a ritiro compensato da applicare a cazzuola od a spruzzo, con forte adesione al supporto ( $\geq 2$  N/mm<sup>2</sup>), con buona traspirabilità al vapore acqueo, resistente alla penetrazione del CO<sub>2</sub> e dei sali cloruri, contenente sinergie multiple anticorrosione, resistenza meccanica a compressione da 38 a 55 MPa, resistenza meccanica a flessione da 7 a 11 MPa e modulo elastico da 8000 a 24000 MPa, secondo le esigenze progettuali; 2) con malta o betoncino cementizio fibrorinforzato a ritiro compensato da colare in cassero o in situazioni confinate, con forte adesione al supporto ( $\geq 2$  N/mm<sup>2</sup>) ed al tondino d'acciaio (pull-out  $\geq 20$  N/mm<sup>2</sup>), con buona traspirabilità al vapore acqueo, resistente alla penetrazione del CO<sub>2</sub> e dei sali cloruri, contenente sinergie multiple anticorrosione, resistenza meccanica a compressione da 65 a 90 MPa, resistenza meccanica a flessione da 7,5 a 11 MPa e modulo elastico da 26000 a 34000 MPa, secondo le esigenze progettuali.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ripristino di armature ossidate:**

- rimozione del calcestruzzo ammalorato attraverso l'uso di una idropulitrice ad acqua in pressione fino ad eliminare le parti incoerenti o in fase di distacco;
- sostituzione delle parti di armatura che presentano una significativa riduzione del diametro;
- trattamento dell'armatura a vista, dopo la necessaria pulizia meccanica o sabbiatura, mediante l'applicazione a pennello di una boiacca protettiva ad alto potere passivante, contenente sinergie multiple anticorrosione;
- ricostruzione della sezione utile del calcestruzzo secondo le tecniche indicate per la ricostruzione del copriferro.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ripristino di elementi fessurati:** per lesioni dovute a ritiro o a vecchi assestamenti in fase costruttiva:

pulizia del calcestruzzo attraverso l'uso di una idropulitrice ad acqua in pressione fino ad eliminare le parti incoerenti o in fase di distacco;

saturazione delle fessure mediante una malta antiritiro dotata di buona adesione e ottime resistenze meccaniche;

- eventuale ricostruzione del copriferro.

Se trattasi di lesioni dovute ad assestamenti in atto o di lesioni di origine strutturale è necessario

prevedere lavori di consolidamento e di rinforzo.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ripristino dell'attacco trave-soletta lesionato:**

- pulizia del calcestruzzo attraverso l'uso di una idropulitrice ad acqua in pressione fino ad eliminare le parti incoerenti o in fase di distacco;
- saturazione delle fessure mediante una malta antiritiro dotata di buona adesione e ottime resistenze meccaniche.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ripristino di elementi con danni da urto:** gli interventi di ripristino possono assumere diverse tipologie:

- nei casi più lievi, semplice rifacimento di spigoli e copriferro secondo le tecniche indicate per la ricostruzione del copriferro;
- nel caso di riduzione della sezione delle armature, rinforzo mediante l'aggiunta di barre ovvero FRP (previa risagomatura delle superfici in calcestruzzo con malta o betoncino reoplastico);
- nei casi più gravi demolizione e ricostruzione.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Convogliamento delle acque meteoriche:** gli interventi possono essere i seguenti, in ragione della gravità ed estensione del fenomeno:

- controllo sistematico del sistema di scarico per verificare che le acque non abbiano trovato nuove vie di fuga;
- pulizia esterna dei pozzetti e controllo tramite sonda che il passaggio delle acque risulti libero;
- verifica dello stato delle tubazioni di scarico ed eventuali interventi di riparazione e sostituzione;
- eventualmente, progettazione ed esecuzione di un nuovo sistema di canalizzazione delle acque meteoriche.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.



Manutenzione	Scheda: M-02.01
<b>Opere in acciaio</b>	
<b><u>Descrizione</u></b> <b>Scala di sicurezza</b> <p>La scala di sicurezza esterna è di tipo tradizionale, con struttura in profili in acciaio e gradini e parapetti in grigliato di acciaio (zincato per i soli gradini). La struttura si appoggia su fondazione in calcestruzzo armato e, orizzontalmente, all'edificio.</p>	
<b><u>Requisiti e prestazioni</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Resistenza meccanica:</b> le strutture devono resistere ai carichi e alle sollecitazioni previste in fase di progettazione. Classe di requisiti: di stabilità. Classe di esigenza: sicurezza. Prestazioni: le strutture devono resistere ai carichi e alle sollecitazioni previste in fase di progettazione.</li> </ul>	
<b><u>Anomalie riscontrabili</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Difetti di saldature:</b> si manifestano lungo lo sviluppo dei cordoni di saldatura. La loro pericolosità dipende dal fatto che riducono la sezione resistente aumentando il livello di tensione medio, inducono concentrazione di tensione locale per effetto intaglio, possono costituire innesco di rottura per fatica. Possono essere di vario tipo: cricche (rappresentate da microlesioni o fessurazioni superficiali sui cordoni di saldatura e nelle loro immediate vicinanze), inclusioni solide e gassose o soffiature superficiali che hanno l'aspetto di piccoli crateri, irregolarità superficiali sulle maglie del cordone, che, anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare con variazioni del profilo del cordone, avvallamenti, ecc. Da porre particolare attenzione se ci si trova in presenza di nodi. <i>Possibili cause</i> Si tratta di difetti che risalgono all'esecuzione delle saldature. Possono derivare da: <ul style="list-style-type: none"> <li>• scelta non idonea dei materiali o delle tecniche di saldatura;</li> <li>• condizioni in cui la stessa è stata eseguita;</li> <li>• scarsa capacità del saldatore.</li> </ul> </li> <li>- <b>Rottura di saldature:</b> il difetto consiste nella presenza di fessurazioni sui cordoni di saldatura e/o nelle loro immediate vicinanze (materiale di base). Si può verificare nelle unioni di forza (nodi trave/trave o trave/pilastro e nelle parti metalliche di appoggi e giunti) e nelle unioni correnti specie se discontinue. La lesione generalmente riguarda l'intero spessore del cordone di saldatura. Queste discontinuità sono particolarmente pericolose perché interessano la sezione resistente della saldatura o dell'elemento collegato e sono soggette a propagarsi per fatica. <i>Possibili cause</i> Possono essere insorte o nella fase iniziale per difettosità della saldatura (cricche a freddo, cricche a caldo, strappi lamellari) o essere conseguenti a fenomeni di fatica o di eccessiva sollecitazione.</li> <li>- <b>Sfogliamento vernice:</b> il difetto riguarda il distacco della vernice protettiva degli elementi in acciaio, con esposizione diretta del metallo. Si può manifestare come: squamatura (tipo pelle di coccodrillo), spellamento a strati, scollamento di strati, corrosione sotto la vernice, difetto di stesura in corrispondenza di estremità, zone angolate o bullonature. <i>Possibili cause</i> È dovuto a cattiva esecuzione, ad attacco chimico o dal naturale invecchiamento del materiale</li> </ul>	

vernice. Possono essere concause la presenza d'umidità e quella di agenti aggressivi.

- **Bulloni allentati:** il difetto si manifesta quando la coppia di serraggio è inferiore a quella prescritta. Si riscontra a vista se manca il dado o se vi è uno spazio fra la piastra e la rondella; si riscontra immediatamente anche quando è possibile svitare il bullone a mano. Negli altri si ricorre a chiave dinamometrica.

*Possibili cause*

Le cause più frequenti sono le seguenti:

- dimensionamento o conformazione non corretta della giunzione;
- serraggio non controllato all'atto del montaggio;
- assenza di rondella o rondella non adatta all'impiego;
- vibrazioni della struttura;
- urti.

- **Bulloni tranciati:** il difetto consiste nella deformazione plastica del gambo dei bulloni, che può arrivare sino al tranciamento degli stessi. Nei casi peggiori sono riscontrabili anche deformazioni plastiche sui bordi dei fori (ovalizzazione per rifollamento) o lacerazioni degli elementi collegati.

*Possibili cause*

- dimensionamento o conformazione non corretta della giunzione;
- carichi superiori a quelli di progetto (per esempio per urti o azioni sismiche o uso non corretto della struttura);
- serraggio insufficiente.

Il fenomeno può essere esaltato dalla corrosione, da fenomeni di fatica o eccessive vibrazioni della struttura oppure da una non corretta esecuzione della giunzione stessa.

- **Deformazione anime/piattabande:** il difetto consiste nella perdita della forma della sezione originaria nei profilati aperti e può riguardare sia l'ala che l'anima (imbozzamento).

*Possibili cause*

- urti;
- deformazione impressa al montaggio per errate tolleranze costruttive;
- incendio;
- accumulo di prodotti di ossidazione.

Si può verificare anche per carichi concentrati non previsti o per fenomeni d'instabilità locale. In quest'ultimo caso è indispensabile un'attenta ricerca della causa.

- **Ristagni d'acqua:** questo difetto indica la presenza di quantità d'acqua in zone di compluvio o all'interno di elementi nervati (per esempio base dei pilastri). Può presentarsi anche lungo profilati a I o C disposti con l'asse forte in orizzontale. È rilevato dalla presenza di depositi, limo e/o calcare sull'elemento stesso. L'accumulo, di per sé non dannoso, può innescare fenomeni più gravi di corrosione, specie per elementi scatolari o tubolari il cui interno non sia ispezionabile.

*Possibili cause*

Dipende da:

- mancanza di drenaggio dell'acqua, accompagnata di imperfetta impermeabilizzazione;
- irregolarità costruttive;
- scarsa manutenzione dello smaltimento delle acque;
- imperfetta tenuta dei giunti.

- **Corrosione:** si intende il processo elettrochimico al seguito del quale il ferro costituente l'acciaio viene sottratto all'elemento strutturale dando luogo a ossidi non aderenti e di volume maggiore del materiale di base con una riduzione apprezzabile (>5%) dello spessore originario. Si può presentare in diversi stati d'evoluzione: leggera riduzione di spessore, significativa riduzione dal punto di vista strutturale, perforazione del metallo.

*Possibili cause*

Deriva dalla mancanza, dalla non idoneità o dal deterioramento della protezione (verniciatura o zincatura) del metallo. In tali situazioni sono concause la presenza d'umidità o di acqua stagnante e la non tempestività degli interventi di manutenzione. Altre cause di aggravamento possono essere la presenza di correnti vaganti e di soluzioni saline.

- **Ossidazione:** si intende il processo elettrochimico al seguito del quale il ferro costituente l'acciaio si combina con l'ossigeno atmosferico ricoprendo la superficie dell'elemento interessato con ossidi più o meno aderenti. Si può presentare in diversi stadi d'evoluzione: ossidazione superficiale omogenea, rigonfiamento della superficie esterna, corrosione puntiforme (vaiolatura).

*Possibili cause*

Deriva dalla mancanza, dalla non idoneità o dal deterioramento della protezione (verniciatura o zincatura) del metallo. In tali situazioni sono concause la presenza d'umidità e la non tempestività degli interventi di manutenzione.

**Controlli eseguibili dall'utente**

Non applicabile.

**Controlli eseguibili da personale specializzato**

- **Controllo strutture:** controllo periodico finalizzato alla ricerca di possibili anomalie.  
Cadenza: ogni 12 mesi.  
Ditte specializzate: tecnici di livello superiore.

**Manutenzioni eseguibili dall'utente**

Non applicabile.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

- **Rifacimento/rinforzo di saldature:** gli interventi possono essere i seguenti, in ragione della gravità ed estensione del fenomeno:
  - fresatura e rifacimento del cordone;
  - inserimento di piatti o squadrette di rinforzo;
  - saldatura di coprigiunti locali con funzione di by-pass;
  - sostituzione dell'intero elemento interessato (in casi particolarmente gravi);
  - rinforzo di tutti i nodi dello stesso tipo.Cadenza: quando occorre.  
Ditte specializzate: specializzati vari.
- **Riverniciatura:** procedura:
  - asportazione della vernice distaccata;
  - pulizia degli elementi tramite sabbiatura o spazzolatura;
  - applicazione di un nuovo ciclo protettivo comprendente una base anticorrosiva (generalmente zincanti a freddo);
  - riverniciatura.Cadenza: quando occorre, ogni 2 anni.  
Ditte specializzate: specializzati vari.
- **Ripristino di unioni bullonate:** gli interventi possono essere i seguenti, in ragione della gravità ed estensione del fenomeno:
  - serraggio dei bulloni con la coppia prescritta;
  - sostituzione dei bulloni mancanti o parti di esso;
  - nel caso di struttura soggetta a vibrazioni dovrà essere impiegato un controdado o una rondella.

la elastica;

- sostituzione dei coprighiunti o di fazzoletti nel caso di ovalizzazione del foro o lacerazione delle lamiere;
- rifacimento del nodo e sostituzione degli elementi collegati nei casi più gravi.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ripristino di elementi deformati:** gli interventi possono essere i seguenti, in ragione della gravità ed estensione del fenomeno:

- verifica dell'adeguatezza degli spessori e degli irrigidimenti delle lamiere nei confronti dell'instabilità;
- nessun intervento per leggeri imbozzamenti localizzati;
- per deformazioni di piccole intensità è possibile tentare un raddrizzamento con preriscaldamento;
- riporto di piatti di rinforzo per la riparazione di difetti localizzati;
- eliminazione con taglio della parte danneggiata con sostituzione mediante saldatura o coprighiunti con funzione di by-pass;
- sostituzione dell'elemento o rinforzo con irrigidimenti nel caso in cui il fenomeno sia dovuto ad instabilità.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Eliminazione dei ristagni d'acqua:**

- protezione degli elementi interessati eliminando la causa all'origine con la creazione di un sistema di allontanamento delle acque;
- molto spesso sono sufficienti dei semplici fori di drenaggio nei punti più bassi dell'elemento o al piede di elementi scatolari o tubolari.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

- **Ripristino di elementi corrosi/ossidati:** gli interventi possono essere i seguenti, in ragione della gravità ed estensione del fenomeno:

- verifica dell'idoneità statica in presenza di riduzione di spessore;
- eventuali interventi di rafforzamento localizzati con saldatura di piastre;
- in casi gravi, sostituzione dell'elemento interessato.

Ogni intervento deve essere accompagnato dalla ricostituzione di un'adeguata verniciatura protettiva e dall'eliminazione delle cause di aggravamento.

Cadenza: quando occorre.

Ditte specializzate: specializzati vari.

## **4. Programma di manutenzione**

*“Il programma di manutenzione si realizza, a cadenze prefissate temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni” (art. 38, comma 7, del D.P.R. n. 207/2010).*

---

<b>Programma di manutenzione</b>
<b>Sottoprogramma delle prestazioni</b>
<b><u>Classe requisiti: di stabilità</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Opere in calcestruzzo, c.a. e c.a.p.</b> Requisito: resistenza meccanica</li><li>- <b>Opere in acciaio</b> Requisito: resistenza meccanica</li><li>- <b>Opere in legno</b> Requisito: resistenza meccanica</li><li>- <b>Opere murarie</b> Requisito: resistenza meccanica</li></ul>
<b><u>Classe requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Opere in legno</b> Requisito: resistenza agli attacchi biologici</li></ul>

<b>Programma di manutenzione</b>
<b>Sottoprogramma dei controlli</b>
<b><u>Opere in calcestruzzo, c.a. e c.a.p.</u></b> Controllo strutture: ogni 12 mesi
<b><u>Opere in acciaio</u></b> - Controllo strutture: ogni 12 mesi
<b><u>Opere in legno</u></b> - Controllo strutture: ogni 12 mesi
<b><u>Opere murarie</u></b> - Controllo strutture: ogni 12 mesi

Programma di manutenzione
Sottoprogramma degli interventi
<p><b><u>Opere in calcestruzzo, c.a. e c.a.p.</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Intervento: Ripristino di elementi con umidità</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino di elementi con vespai</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ricostruzione del copriferro</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino di armature ossidate</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino di elementi fessurati</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino dell'attacco trave-soletta lesionato</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino di elementi con danni da urto</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Convogliamento delle acque meteoriche</b> Cadenza: quando occorre.</li> </ul>
<p><b><u>Opere in acciaio</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Intervento: Rifacimento/rinforzo di saldature</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Riverniciatura</b> Cadenza: quando occorre, ogni 2 anni.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino di unioni bullonate</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino di elementi deformati</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Eliminazione dei ristagni d'acqua</b> Cadenza: quando occorre.</li> <li>- <b>Intervento: Ripristino di elementi corrosi/ossidati</b> Cadenza: quando occorre.</li> </ul>
<p><b><u>Opere in legno</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Intervento: Ripristino di elementi con umidità</b> Cadenza: quando occorre.</li> </ul>



- **Intervento: Ripristino di elementi con attacco di funghi**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Ripristino di elementi con attacco di insetti**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Ripristino di elementi fessurati**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Eliminazione dei ristagni d'acqua**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Ripristino di unioni bullonate**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Ripristino di elementi delaminati**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Ripristino di connessioni deteriorate**  
Cadenza: quando occorre.

**Opere murarie**

- **Intervento: Ripristino di elementi fessurati**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Ripristino di elementi con umidità**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Ripristino di elementi dilavati**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Eliminazione di macchie scure**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Eliminazione di efflorescenze**  
Cadenza: quando occorre.
- **Intervento: Eliminazione di patina biologica**  
Cadenza: quando occorre.