



COMUNE DI VICOPISANO  
( Provincia di Pisa)

## PROGETTO ESECUTIVO DI RESTAURO FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DEL CAMMINAMENTO DI RONDA E DELLA TORRE DEL SOCCORSO



Massimo Di Gioia  
N. 557  
Sez. A/a  
Architetto  
Dirigente degli Architetti  
Ingegneri  
Conservatori  
Conservatori  
Provinciale di Teramo  
Architetto

**PROPRIETA'**

Sig. Pietro e Andrea FEHR

Sig.ra Simonetta CORDERO di MONTEZEMOLO

**PROMOTORE**

Comune di Vicopisano

Via del Pretorio n°1

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

  
**ATELIER P95 SRL**  
Team  
Collaboratori

**ATELIER P95 Srl**

Dir. Tecnico Arch. Massimo Di Gioia

Società di Progettazione e Ingegneria Integrata

Via San Paolo 25 PISA - ITALIA Tel.-Fax. 050.49878 - E-mail atelierp95@virgilio.it

(Geom. A. Baroni - Arch. E. De Ranieri - Arch. M. Di Gioia - Ing. M. Balestra - Ing. G. Lorenzi)

(Dott. Ing. C. La Piana - Dott. Ing. A. Beppi - Dott. Arch. Sanaz Nourollahi Catabi)

Consulenza esterna Arch. Marta Ciafaloni

**OGGETTO: PIANO DI MANUTENZIONE**

## PREMESSA

Il manuale di manutenzione rappresenta uno strumento contenente le indicazioni necessarie per l'esecuzione di una corretta manutenzione edile ed impiantistica destinato agli operatori tecnici del servizio di manutenzione; esso si configura come uno strumento di supporto all'esecuzione delle attività di manutenzione programmata, ed è essenzialmente finalizzato a fornire le informazioni occorrenti a rendere razionale, economica ed efficiente, la manutenzione dei beni edili.

Il piano di manutenzione deve essere redatto tenendo conto dell'opera effettivamente realizzata allo scopo di garantire nel tempo il mantenimento delle caratteristiche di qualità e di efficienza.

Il piano di manutenzione costituisce il principale strumento di gestione delle attività pianificabili, attraverso il quale si programmano nel tempo gli interventi, si individuano ed allocano le risorse occorrenti, si persegono obiettivi trasversali, rivolti ad ottimizzare le economie gestionali ed organizzative, ad innalzare il livello di prestazionalità dei beni edili. Il presente documento ha il compito di pianificare e programmare l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenere 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. Il manuale di manutenzione viene quindi inteso, come un documento che fornisce agli operatori tecnici le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione, per poi poter procedere con interventi adeguati. 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 piano di manutenzione è organizzato in tre strumenti:

- A) il manuale d'uso;
- B) il manuale di manutenzione;
- C) il programma di manutenzione articolato secondo tre sottoprogrammi:

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.

- 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 presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio e nel lungo periodo.

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 manutenere 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 prolungarne 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

Il manuale di manutenzione quindi, insieme al manuale d'uso ed al programma di manutenzione, è parte del *piano di manutenzione* che ha come fine predisporre il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di funzionalità della struttura.

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti dell'intervento. Esso contiene la collocazione delle parti interessate nell'intervento, la loro rappresentazione grafica, la descrizione delle risorse necessarie alla manutenzione, il livello minimo accettabile delle prestazioni, le anomalie riscontrabili, le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente e quelle che necessitano di personale specializzato.

Il manuale di manutenzione deve fornire 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. Un ulteriore aspetto del manuale di manutenzione è la richiesta al progettista di individuare le anomalie riscontrabili e di distinguere le manutenzioni eseguibili dall'utente da quelle eseguibili da personale specializzato. L'individuazione delle anomalie deve essere relativa a ciascun "elemento mantenibile" al fine di consentire al tecnico di prescrivere anche cicli di controlli volti a rilevare l'eventuale insorgenza di tali anomalie.

Il presente manuale, alla luce di quanto sopra esposto, si pone con l'obiettivo di fornire gli elementi per una manutenzione periodica programmata delle mura tenendo conto delle problematiche più ricorrenti di degrado.

## PIANO DI MANUTENZIONE

### Corpo d'Opera : 01 Restauro, ripristino e consolidamento

Rappresentano l'insieme delle unità tecnologiche e di tutti gli elementi tecnici che definiscono le attività e le operazioni di manutenzione legate al restauro, al ripristino e al consolidamento dei beni culturali per il mantenimento dell'integrità e dell'efficienza funzionale del bene e delle sue parti costitutive.

#### Unità Tecnologiche:

° 01.01 Restauro

#### Unità Tecnologica: 01.01 RESTAURO

Il Restauro è l'insieme di una serie di attività, operazioni coerenti, coordinate e programmate che hanno per fine ultimo la conservazione, l'integrità materiale ed il recupero del patrimonio storico, artistico, architettonico ed ambientale in cui si riconosce un valore, nel rispetto delle metodologie e criteri condivisi e diffusi attraverso norme, leggi vigenti e le carte internazionali del restauro. La manutenzione legata al restauro rappresenta quel complesso di attività e di interventi destinati al controllo del bene culturale e al mantenimento dell'integrità, dell'efficienza funzionale e dell'identità del bene e delle sue parti; la logica e la finalità di questi interventi è variata sostanzialmente durante i secoli, tendendo da un lato al semplice mantenimento dell'efficienza del manufatto, dall'altro all'adeguamento dello stesso al gusto contemporaneo.

Tra i requisiti dell'attività di restauro vanno sottolineati:

- la conservazione dell'identità storica del manufatto;
- la regolarità delle finiture, cercando di limitare al minimo difetti, fessurazioni, scagliature screpolature superficiali e/o caratteri che possano rendere difficile la lettura formale dell'opera;
- la resistenza meccanica;
- la tenuta all'acqua;
- l'assenza di emissione di sostanze nocive da parte dei rivestimenti utilizzati nel restauro;
- la resistenza ad agenti chimici aggressivi, evitando fenomeni di dissoluzione, disaggregazioni e mutamenti di aspetto;
- la resistenza agli attacchi biologici ad opera di diversi organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi)

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:

01.01 Elementi in pietra e laterizio

01.02 Muratura in laterizio

01.03 Muratura interna alla Torre

#### Elemento manutenibile 01.01 CORDOLI IN PIETRA E LATERIZIO

Si tratta di cordoli realizzati con elementi in pietra calcarea e/o filari di mattoni. Il cordolo, o toro, è un elemento architettonico a sezione rettangolare con il lato sporgente a sezione semicircolare. In genere conclude la sommità del prospetto delle mura ed è spesso sormontato da un edificio. **Modalità di uso corretto**

Effettuare controlli visivi per verificare lo stato dei cordoli e la presenza di eventuali anomalie.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 1) Alveolizzazione

Degrado 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 cariatura".

##### 2) Cavillature superficiali

Sottile trama di fessure sulla superficie del rivestimento.

##### 3) Crosta

Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero, legato a fenomeni di riprecipitazione minerale.

**4) Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie legata a fenomeni come ossidazione ed esposizione prolungata agli agenti atmosferici.

**5) Deposito superficiale**

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

**6) Disgregazione**

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

**7) Distacco**

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

**8) Efflorescenze**

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o pulverulento o filamentoso, sulla superficie del laterizio. Nel caso di efflorescenze saline, tipica delle località costiere a causa degli spray marini, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale, provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di "cripto efflorescenza" o "sub efflorescenza".

**9) 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" (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

**10) Esfoliazione**

Degrado che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali sub paralleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo-disgelo.

**11) Fessurazioni**

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

**12) Macchie e graffiti**

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

**13) Mancanza**

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

**14) 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.

**15) Penetrazione di umidità**

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

**16) Pitting**

Degrado puntiforme che si manifesta attraverso la formazione di fori ciechi, numerosi e ravvicinati. I fori hanno forma tendenzialmente cilindrica con diametro massimo di pochi millimetri.

**17) Polverizzazione**

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

**18) Presenza di vegetazione**

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

**19) Rigonfiamento**

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi nastriformi, conferendo il tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

**20) Scheggiature**

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

**21) Sfogliatura**

Rottura e distacco delle pellicole sottilissime di tinta applicate sui cordoli tinteggiati.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

**Controllo generale delle parti a vista**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dello stato di conservazione delle finiture e verifica del grado di usura delle parti in vista in particolare di depositi sulla mantellina in sommità. Controllare l'assetto materico della mantellina sommitale in Coccio pesto. Riscontro di eventuali anomalie (macchie, disgregazioni superficiali, rigonfiamenti, distacco, ecc.) e/o difetti di esecuzione.

• Requisiti da verificare: 1) Assenza di lesioni; 2) Regolarità delle finiture; 3) Resistenza agli agenti aggressivi; 4) Resistenza agli attacchi biologici.

• Anomalie riscontrabili: 1) Alveolizzazione; 2) Cavillature superficiali; 3) Crosta; 4) Decolorazione; 5) Deposito superficiale; 6) Disgregazione; 7) Distacco; 8) Efflorescenze; 9) Erosione superficiale; 10) Esfoliazione; 11) Fessurazioni; 12) Macchie e graffiti; 13) Mancanza; 14) Patina biologica; 15) Penetrazione di umidità; 16) Pitting; 17) Polverizzazione; 18) Presenza di vegetazione; 19) Rigonfiamento; 20) Scheggiature; 21) Sfogliatura.

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**1) Pulizia**

Pulizia delle superfici mediante prodotti idonei.

Ditte specializzate: Operatore del restauro, Tecnici di livello superiore.

Cadenza: ogni anno

### **2) Sostituzione elementi decorativi degradati**

Sostituzione delle porzioni di mantellina usurati con materiale analogo o, se non possibile, riparazione dei medesimi con tecniche appropriate tali da non alterare gli aspetti geometrici-cromatici delle superfici sommità della muratura. Sostituzione dei canali di gronda e pluviali per la raccolta delle acque meteoriche, onde evitare il dilavamento, le infiltrazioni d'acqua e la disgregazione degli elementi in pietra e laterizio.

Ditte specializzate: Specializzati vari, Restauratore e Aiuto restauratore.

Cadenza: quando occorre

### **3) Eliminazione di piante superiori**

Pulizia delle superfici mediante prodotti idonei.

Ditte specializzate: Operatore del restauro, Tecnici di livello superiore.

Cadenza: ogni anno

### **4) Eliminazione di alghe, muschi e licheni**

Pulizia delle superfici mediante prodotti idonei.

Ditte specializzate: Operatore del restauro, Tecnici di livello superiore.

Cadenza: ogni anno

## **Elemento mantenibile 01.02 - MURATURA A FACCIAVISTA IN PIETRA E LATERIZIO**

Si tratta di muratura realizzata con elementi in laterizio faccia vista o pietra.

### **Modalità di uso corretto:**

I fenomeni di degrado sono per la maggior parte legati alla presenza di acqua ed umidità diffusa, in prevalenza sotto forma di umidità contenuta nei materiali. La presenza di umidità può ricondursi a infiltrazioni per capillarità e/o provenienti dalla mancata manutenzione del paramento stesso. Gli effetti maggiori dell'umidità sono l'insorgenza di macchie di natura organica, formazione di croste per precipitazione di minerali solubilizzati, disfacimento delle malte e fenomeni di efflorescenze superficiali provocati da gelività e cristallizzazione. Tra gli elementi di degrado va aggiunta la formazione di patine nere legate all'inquinamento atmosferico e deposizione di particellato sulla superficie muraria.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **1. Alveolizzazione**

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità profonde 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 cariatura".

### **2. Crosta**

Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero legato a fenomeni di riprecipitazione minerale.

### **3. Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie legata a fenomeni come ossidazione ed esposizione prolungata agli agenti atmosferici.

### **4. Deposito superficiale**

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

### **5. Disgregazione**

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

### **6. Distacco**

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

### **7. Efflorescenze**

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino, pulverulento o filamentoso, sulla superficie del laterizio. 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 "cripto efflorescenza" o "sub efflorescenza".

Tali fenomeni si sono già riscontrati durante i lavori per effetto delle iniezioni di malta Emaco in pressione a formazione di camicia dei 9 tiranti. Tali fenomeni sono già stati oggetto di verifica e intervento.

### **8. Erosione superficiale**

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. A seconda delle differenti cause di degrado si parla di "erosione per abrasione", "erosione per corrosione" (cause meccaniche), "erosione per corrosione" (cause chimiche e biologiche), "erosione per usura" (cause antropiche).

### **9. Esfoliazione**

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali sub paralleli fra loro, legata agli effetti del gelo-disgelo.

### **10. Fessurazioni**

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

**11. Macchie e graffiti**

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

**12. Mancanza**

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

**13. 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 e terriccio.

**14. Penetrazione di umidità**

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

**15. Polverizzazione**

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

**16. Degrado di natura biologica**

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

**CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

**Controllo generale delle parti a vista**

Cadenza: ogni due anni

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dello strato superficiale ed in particolare del paramento murario. Verificare l'assenza di eventuali anomalie. In caso di dissesti verificarne l'origine, l'entità e il l'opera di consolidamento da effettuarsi.

Requisiti da verificare: 1) Permeabilità all'aria; 2) Regolarità delle finiture; 3) Resistenza meccanica; 4) Tenuta all'acqua.

Anomalie riscontrabili: 1) Alveolizzazione; 2) Crosta; 3) Decolorazione; 4) Deposito superficiale; 5) Disgregazione; 6) Distacco; 7) Efflorescenze; 8) Erosione superficiale; 9) Esfoliazione; 10) Fessurazioni; 11) Macchie e graffiti; 12) Mancanza; 13) Patina biologica; 14) Penetrazione di umidità; 15) Polverizzazione; 16) Degrado di natura biologica.

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**1) Ripristino superfici con interventi di disinfezione, pulizia e lavaggio**

Pulizia degli strati superficiali ed in particolare degli elementi in pietra facciavista.

In particolare:

- rimuovere manualmente eventuali elementi vegetali infestanti;

- in caso di patina biologica rimuovere i depositi organici ed i muschi mediante cicli di lavaggio con acqua e spazzole di saggina.

Ditte specializzate: Operatore del restauro, Tecnici di livello superiore.

Cadenza: quando occorre

**2) Protezione superficiale**

L'impermeabilizzazione della superficie muraria può avvenire attraverso l'applicazione di prodotti idrorepellenti delle stesse caratteristiche . ( Intervento eseguito con polimero organosilossano tipo Silo 111 – CTS) su materiali con grado igrometrico medio.

Cadenza: ogni 1 anni per le prove di assorbimento; ogni 2-3 anni per l'applicazione di detto idrorepellente

**3) Riempimento fessure e ripristino stilatura di elementi in pietra e laterizio danneggiati**

Riempimento giunti privi di malta e sostituzione elementi lapidei con laterizi tradizionali, realizzati con materia prima locale che, oltre alle caratteristiche compostionali e fisiche idonee, si presentano sotto gli aspetti tessiturali ed estetico perfettamente in accordo con i mattoni antichi in opera.

Cadenza: quando occorre

**Elemento manutenibile: 01.03 MURATURA INTERNA ALLA TORRE**

Si tratta del lato interno della muratura, realizzato con elementi in laterizio, pietra e materiale misto di riempimento con parziale finitura a intonaco (vedi tavole rilievo critico del presente progetto esecutivo).

**Modalità di uso corretto:**

I fenomeni di degrado sono per la maggior parte gli stessi del paramento esterno: si tratta di fenomeni legati alla presenza di acqua ed umidità diffusa e dalla esposizione "critica", in prevalenza sotto forma di umidità contenuta nei materiali. La presenza di umidità può ricondursi a infiltrazioni per capillarità e/o provenienti dalla mancata manutenzione del paramento stesso, con l'insorgenza di macchie di natura organica, formazione di croste per precipitazione di minerali solubilizzati, disfacimento delle malte e fenomeni di efflorescenze superficiali provocati da gelività e cristallizzazione. Tra gli elementi di degrado va aggiunta la formazione di patine nere legate all'inquinamento atmosferico e deposizione di particellato sulla superficie muraria. Elemento critico di rilievo risultano essere i lacerti di intonaco presenti in particolare dislocati nel piano intermedio, per i quali sono previsti particolari accorgimenti manutentivi. Per tali interventi si rimanda alle modalità descritte nelle tavole di progetto.

**ANOMALIE RISCONTRABILI**

**1. Alveolizzazione**

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità profonde di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme.

**2. Deposito superficiale**

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

**3. Disgregazione**

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

**4. Distacco**

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

**5. Efflorescenze**

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino, pulverulento o filamentoso, sulla superficie del laterizio. Nel caso di efflorescenze saline, tipica delle località costiere a causa degli spray marini, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale, provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di "cripto efflorescenza" o "sub efflorescenza".

**6. 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).

**7. Esfoliazione**

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali sub paralleli fra loro, legata agli effetti del gelo.

**8. Fessurazioni**

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

**9. Macchie e graffiti**

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

**10. Mancanza**

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

**11. 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 e terriccio.

**12. Penetrazione di umidità**

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

**13. Polverizzazione**

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

**14. Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di batteri eterotrofi, batteri autotrofi, attinomiceti, funghi, ciano batteri, ecc.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

**Controllo generale delle parti a vista**

**1. Controllo dei giunti**

Cadenza: ogni due anni

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dello stato dei giunti e dell'integrità degli elementi.

• Requisiti da verificare: 1) Regolarità delle finiture; 2) Resistenza agli agenti aggressivi; 3) Resistenza agli attacchi biologici; 4) .

• Anomalie riscontrabili: 1) Deposito superficiale; 2) Disgregazione; 3) Efflorescenze; 4) Mancanza; 5) Presenza di attacco biotici

**2. Controllo delle superfici murarie**

Cadenza: ogni due anni

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dello strato superficiale ed in particolare del paramento murario. Verificare l'assenza di eventuali anomalie.

Requisiti da verificare: 1) Permeabilità all'aria; 2) Regolarità delle finiture; 3) Resistenza meccanica; 4) Attacchi biotici.

Anomalie riscontrabili: 1) Alveolizzazione; 2) Crosta; 3) Deposito superficiale; 4) Disgregazione; 5) Distacco;

Efflorescenze; 6) Erosione superficiale; 7) Esfoliazione; 8) Fessurazioni; 9) Macchie e graffiti; 10) Mancanza; 11) Patina biologica; 12) Penetrazione di umidità; 13) Polverizzazione; 14) Presenza di vegetazione.

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**1) Ripristino superfici con interventi di disinfezione, pulizia e lavaggio**

Pulizia degli strati superficiali (elementi in pietra faccia vista, intonaci) .

In particolare:

- rimuovere manualmente eventuali elementi vegetali infestanti (piani e davanzali aperture verso l'esterno) ;
- in caso di patina biologica rimuovere i depositi organici ed i muschi mediante cicli di lavaggio con acqua e spazzole di saggina e Sali quaternari.

Ditte specializzate: Operatore del restauro, Tecnici di livello superiore, impalcatura, cestello)

Cadenza: quando occorre

## 2) Protezione superficiale

l'applicazione dell'idrorepellente su materiali asciutti e prove in situ sull'assorbimento superficiale della muratura  
*Cadenza: ogni 3 anni per le prove di assorbimento; ogni 6-10 anni per l'applicazione dell'idrorepellente*

## 3) Riempimento fessure e sostituzione elementi danneggiati

Riempimento dei giunti privi di malta e nuova stilatura con sostituzione elementi danneggiati o mancanti di laterizi delle stesse dimensioni e cromia della pasta (più ferrioli che albini), oltre alle caratteristiche composizionali e fisiche idonee, si presentano sotto gli aspetti tessiturali ed estetico perfettamente in accordo con i mattoni antichi in opera; in alternativa può avvenire anche la sostituzione con elementi in pietra.

*Cadenza: quando occorre*

## Corpo d'Opera: 02 - Impianti tecnologici

Rappresentano l'insieme delle unità tecnologiche e di tutti gli elementi tecnici legate all'illuminazione, all'impianto antivolatile per il mantenimento dell'integrità e dell'efficienza funzionale del bene e delle sue parti costitutive.

*Unità Tecnologiche:*

- 02.01 Impianto di illuminazione
- 02.02 Impianto di illuminazione emergenza
- 02.03 Impianto antivolatile

### Unità Tecnologica: 02.01 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione consente di creare condizioni di visibilità delle mura nelle ore notturne e creare una scenografia visiva. L'impianto di illuminazione deve consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce. E' costituito da:

- lampade fluorescenti;
- apparecchi a led

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

- ❖ 02.01.01 LED
- ❖ 02.01.02 Linee e quadro

**Elemento Manutenibile: 02.01.01 LED**

#### REQUISITI E PRESTAZIONI

**REQUISITO:** Tutti gli elementi costituenti gli impianti elettrici devono essere realizzate con materiali in grado di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

**PRESTAZIONE:** Per garantire la stabilità chimico reattiva i materiali e componenti degli impianti elettrici non devono presentare incompatibilità chimico-fisica.

**LIVELLO PRESTAZIONALE:** Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### LED

L'illuminazione a LED offre elevata affidabilità, lunga durata, elevata efficienza e basso consumo. Illuminazione a LED dal punto di vista illuminotecnico è caratterizzata da:

- durata di funzionamento (i LED ad alta emissione arrivano a circa 50.000 ore)
- assenza di costi di manutenzione
- elevato rendimento (se paragonato a lampade ad incandescenza e alogene)
- luce pulita perché priva di componenti IR e UV
- facilità di realizzazione di ottiche efficienti in plastica
- flessibilità di installazione del punto luce
- colori saturi
- possibilità di un forte effetto spot (sorgente quasi puntiforme)
- funzionamento in sicurezza perché a bassissima tensione (normalmente tra i 3 e i 24 Vdc)
- accensione a freddo (fino a -40 °C) senza problemi
- insensibilità a umidità e vibrazioni
- assenza di mercurio
- durata non influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti

#### Modalità di uso corretto:

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Evitare di smontare le lampade quando sono ancora calde; una volta smontate le lampade con carica esaurita queste vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri per evitare danni alle persone in caso di rottura.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### Avarie

Possibili avarie dovute a corti circuito degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.

##### Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

### **Controllo generale**

**Cadenza:** ogni sei mesi mesi

#### **Tipologia: Controllo a vista**

Controllo dello stato generale e dell'integrità delle lampadine.

- Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo del flusso luminoso; 2) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 3) Accessibilità; 4) Comodità di uso e manovra; 5) Efficienza luminosa; 6) Identificabilità; 7) Impermeabilità ai liquidi; 8) Isolamento elettrico; 9) Limitazione dei rischi di intervento; 10) Montabilità / Smontabilità; 11) Regolabilità; 12) Resistenza meccanica; 13) Stabilità chimico reattiva.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **1) Pulizia**

Pulizia delle superfici mediante prodotti idonei.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

**Cadenza:** ogni anno

#### **2) Sostituzione lampada**

La durata dei LED non è influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti. E' prevista la sostituzione dei Led ad alta emissione dopo una durata di funzionamento di circa 50.000 ore.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore (Elettricista).

**Cadenza:** ogni tre anni

### **Elemento Manutenibile: 02.01.02 QUADRO E LINEA**

#### **REQUISITI E PRESTAZIONI**

Classe di Requisiti: Visivi

Classe di Esigenza: Aspetto

ACCESSIBILITÀ I quadri devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.

PRESTAZIONE: E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

LIVELLO PRESTAZIONALE: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **QUADRO**

L'impianto elettrico ha la funzione di addurre, distribuire ed erogare energia elettrica. Dal quadro di zona parte la linea secondaria che deve essere sezionata in modo da avere una linea per illuminazione e l'altra per le utenze a maggiore assorbimento ed evitare così che salti tutto l'impianto in caso di corti circuiti (impianto antivolatile). La distribuzione principale dell'energia avviene con cavi posizionati in apposite canalette; la distribuzione secondaria avviene con conduttori. Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguente, con indice di protezione IP55, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette.

#### **Modalità di uso corretto:**

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

#### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Avarie**

Possibili avarie dovute a corti circuito degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.

##### **Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### **Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

##### **Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

##### **Interruzione dell'alimentazione principale**

Interruzione dell'alimentazione principale dovuta ad un'interruzione dell'ente erogatore/gestore dell'energia elettrica.

##### **Interruzione dell'alimentazione secondaria**

Interruzione dell'alimentazione secondaria dovuta a guasti al circuito secondario o al gruppo elettrogeno.

##### **Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

##### **Anomalie dei contattori**

Difetti di funzionamento dei contattori.

##### **Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

##### **Anomalie dell'impianto di riferimento**

Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di riferimento.

##### **Anomalie dei magnetotermici**

*Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.*

**Anomalie dei relè**

*Difetti di funzionamento dei relè termici.*

**Anomalie della resistenza**

*Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.*

**Anomalie delle spie di segnalazione**

*Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.*

**Depositi di materiale**

*Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.*

**Difetti agli interruttori**

*Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.*

**CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

**Controllo generale**

*Cadenza: ogni sei mesi*

**Tipologia: Controllo a vista**

Controllo dello stato generale e dell'integrità delle lampadine.

- Requisiti da verificare: 1) Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento. 2) Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori. 3) Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra dei quadri. 4) Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici.

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**1) Pulizia**

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione. Elettricista

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore (Elettricista).

*Cadenza: ogni anno*

**2) Serraggio morsetti, bulloni etc...**

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori. Elettricista

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore (Elettricista).

*Cadenza: ogni anno*

**3) Sostituzione centralina**

Eseguire la sostituzione della centralina elettronica di rifasamento con altra dello stesso tipo.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore (Elettricista).

*Cadenza: all'occorrenza*

**4) Sostituzione quadro**

Eseguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore (Elettricista).

*Cadenza: all'occorrenza*

**4) Rifacimento cablaggio**

Eseguire il rifacimento totale del cablaggio quando necessario (per adeguamento normativo, o per adeguamento alla classe superiore).

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore (Elettricista).

*Cadenza: all'occorrenza*

**Unità Tecnologica: 02.02 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE EMERGENZA**

L'impianto di illuminazione DI SICUREZZA ED ANTIPANICO. L'impianto di illuminazione deve consentire livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce. E' costituito da:

- lampade fluorescenti;
- apparecchi a led

Le verifiche iniziali e periodiche, la manutenzione e la revisione degli impianti di illuminazione e segnalazione di sicurezza sono trattate dalla **UNI 11222** e della **UNI EN 50172 (CEI 34-111) Sez. 7**. In particolare è possibile distinguere in verifica iniziale la quale è inglobata nella verifica più ampia che l'installatore dell'impianto elettrico è tenuto ad effettuare ai sensi di legge (DM 37/08 e CEI 64-8 art. 61.1.1). Tali verifiche riguardano in particolare:

- La corretta installazione dei componenti dell'impianto senza danneggiamenti o degradi,
- Che gli apparecchi di emergenza siano installati nella posizione indicata in progetto
- Il corretto funzionamento degli apparecchi in caso di emergenza ed in funzionamento ordinario (ricarica batterie, corretta accensione, segnalazione del dispositivo di controllo, tempo di autonomia e di ricarica) il tutto secondo le vigenti disposizioni legislative vigenti per il tipo di luogo e di installazione impiantistica.
- Assenza di elementi che possano compromettere la funzione degli apparecchi e dell'illuminazione di emergenza
- La corretta apposizione della segnaletica di sicurezza (in relazione alla distanza ed alle dimensioni)
- La misura dell'illuminamento per accertare la rispondenza alle prescrizioni delle disposizioni legislative, regolamentari e normative applicabili

Le verifiche periodiche sono finalizzate a controllare lo stato dell'illuminazione si sicurezza, individuandone le eventuali anomalie e/o guasti.

Le verifiche devono essere svolte secondo quanto indicato nelle indicazioni fornite dal produttore ed in ottemperanza alle prescrizioni del manuale di manutenzione redatto dal progettista.

La UNI 11222 distingue in:

- Verifica di funzionamento
- Verifica dell'autonomia
- Verifica generale

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

- ❖ 02.02.01 Corpi illuminanti di emergenza e segnaletica

**Elemento Manutenibile: 02.02.01 Corpi illuminanti e segnaletica di sicurezza**

**REQUISITI E PRESTAZIONI**

**02.02.01 Regolarità delle finiture**

**REQUISITO:** Tutti gli elementi costituenti gli impianti elettrici devono essere realizzate con materiali in grado di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

**PRESTAZIONE:** Per garantire la stabilità chimico reattiva i materiali e componenti degli impianti elettrici non devono presentare incompatibilità chimico-fisica.

**LIVELLO PRESTAZIONALE:** Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

**Corpi illuminanti e segnaletica**

I corpi illuminanti (a led e/o fluorescenti) si utilizzano per ottenere luce diffusa, per illuminare la segnaletica di sicurezza, per ottenere il min di lux lungo le vie di fuga;. Costruttivamente sono costituiti da un involucro di materiale opaco (metallico e/o plastico).

**Modalità di uso corretto:**

Questo tipo di lampade è indicato per l'illuminazione di sicurezza e per l'illuminazione lungo le vie di fuga. Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Evitare di smontare le lampade quando sono ancora calde; una volta smontate le lampade con carica esaurita queste vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri per evitare danni alle persone in caso di rottura del bulbo contenente i gas esauriti.

**ANOMALIE RISCONTRABILI**

**Abbassamento livello di illuminazione**

Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impoverimento delle lampadine.

**Aarie**

Possibili avarie dovute a corto circuiti degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.

**Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

**Controllo generale**

Cadenza: ogni mese

**Tipologia: Controllo a vista**

Controllo dello stato generale e dell'integrità delle lampadine.

• Requisiti da verificare:

- Il funzionamento dell'eventuale comando di interruzione/arresto d'emergenza
- La tensione d'uscita in emergenza e del valore di carico
- Il funzionamento delle protezioni contro le sovraccorrenti nel funzionamento in emergenza
- La selettività delle protezioni
- La verifica delle indicazioni e dei messaggi forniti dal pannello/display
- Il livello di illuminamento di locali, vie di esodo, ecc nel rispetto delle disposizioni legislative, normative applicabili- la segnaletica di sicurezza in relazione alla distanza di visibilità- Il degrado degli apparecchi e dei loro componenti- Il posizionamento e la tipologia degli apparecchi installati e le prestazioni in riferimento al progetto originale ed alle eventuali integrazioni.

• Anomalie riscontrabili: 1) Abbassamento livello di illuminazione 2) batterie esaurite

La UNI 11222 distingue inoltre tra manutenzione (insieme delle operazioni finalizzate a mantenere nel tempo la funzionalità dell'impianto) preventiva e correttiva distinguendo nelle varie operazioni rientranti nell'una o nell'altra. Dal momento che è sempre possibile che l'illuminazione generale venga a mancare subito dopo un ciclo di test dell'impianto di sicurezza o anche durante un ciclo di carica, i controlli di lunga durata devono essere eseguiti esclusivamente in orari a rischio ridotto. In alternativa si devono prendere opportune misure per coprire il tempo in cui le batterie sono in carica.

Nel registro dell'impianto vanno annotati la data e i risultati dei test.

In particolare nella manutenzione preventiva

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

1. Esame generale dell'intero impianto di sicurezza
2. Pulizia dello schermo degli apparecchi e della segnaletica di sicurezza

3. **Serraggio di morsettiero e/o connessioni, di sistemi di sospensione o aggancio**
4. **Sostituzione preventiva dei componenti (batterie lampade) quasi a fine vita**
5. **Pulizia degli accumulatori e dei dispositivi di raffreddamento ed ingrassaggio dei morsetti batteria della sorgente centralizzata.**

Cadenza: semestrale

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

1. **L'intervento di tutti gli apparecchi, al mancare della tensione di alimentazione ordinaria e dell'indicazione del successivo ritorno della tensione.**

2. **L'integrità e la pulizia degli apparecchi, con sostituzione dei componenti danneggiati o non funzionanti**

Cadenza: mensile

- Ditte specializzate: *Elettricista*

**1. La verifica dell'autonomia**

Si tratta della verifica dell'autonomia di funzionamento degli apparecchi/sistema di illuminazione di emergenza mediante interruzione dell'alimentazione simulando la situazione di emergenza e mediante controllo temporale dell'autonomia. Sono inoltre previsti (UNI 11222) dispositivi che consentano la verifica dell'effettiva autonomia se per tipologia dei locali non è possibile un esame a vista.

Cadenza: annuale

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

La norma UNI 11222 prevede che dopo un certo periodo di esercizio l'impianto di illuminazione di sicurezza sia oggetto di una revisione finalizzata a rendere perfettamente efficaci i componenti dell'impianto stesso.

1. aggiornamento software e hardware delle schede di controllo e degli elementi elettronici del sistema
2. esame generale dell'intero impianto con verifica dei componenti (per la parte elettrica con rimando alla CEI 64-14)
3. sostituzione degli schermi in materiale plastico degli apparecchi
4. sostituzione delle lampade
5. sostituzione delle batterie (apparecchi autonomi)

Cadenza: ogni due anni

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

La manutenzione correttiva (a guasto) comporta interventi destinati a:

- Ripristinare il corretto funzionamento dell'impianto
- Sostituire componenti guasti o non funzionanti
- Sostituzione di fusibili o protezioni intervenuti
- Rimozione di elementi che possano ostacolare il corretto funzionamento dell'illuminazione (arredi)

Cadenza: quando occorre

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Unità Tecnologica: 02.03 IMPIANTO ANTIVOLATILE**

L'impianto elettrostatico per l'allontanamento incruento dei volatili è costituito da una linea elettrificata posta a protezione di colmi, perimetro esterno della copertura, cornici, lesene, marcapiani e parti sporgenti in genere, oltre ai davanzali delle aperture delle torri.

L'impianto è composto da dissuasori in barre d'acciaio, cavi elettrici di collegamento in rame e centralina elettronica di gestione e controllo del sistema ad impulsi.

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

02.02.01 Centrale di gestione e controllo sistema

**Centrale di gestione e controllo sistema**

Classe di Requisiti: ISOLAMENTO ELETTRICO

PRESTAZIONE: E' opportuno che gli elementi costituenti i cavi siano realizzati ed assemblati secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

LIVELLO PRESTAZIONALE: L'isolamento dei cavi viene verificato effettuando la prova di rigidità dielettrica con una tensione alternata a 2,5 kV secondo il punto 5.2.3.3. della norma CEI EN 50090.

La centralina elettronica di gestione e di controllo del sistema è il cuore del sistema dell'impianto; la sua funzione è quella di raccogliere tutti gli input dei vari dispositivi installati, di gestire tali dati ed eseguire i comandi degli impulsi predisposti in fase di progettazione.

**Modalità di uso corretto:**

Per un corretto funzionamento della centrale del sistema occorre seguire alcune raccomandazioni:- installare un idoneo dispositivo di sezionamento (interruttore magnetotermico bipolare) ed alimentare a monte dell'interruttore stesso la centrale in modo da poter scollegare tutte le altre utenze elettriche mantenendo la funzionalità del sistema;- installare la centrale all'interno di una zona protetta e lontana da fonti di calore o di disturbi elettromagnetici;- installare la centrale su una parete non metallica, a circa 140 ÷ 160 cm di altezza.

**ANOMALIE RISCONTRABILI**

*Anomalie connessioni*

*Anomalie trasmissione segnale*

**Degradò dei componenti**  
**Difetti di serraggio**

**CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

**Controllo generale**

**Cadenza:** ogni sei mesi

**Tipologia: Controllo a vista**

Verificare la corretta posizione delle connessioni e che tutte le prese siano ben collegate

- Requisiti da verificare: 1) Controllo collegamenti; 2) collegamento prese; 3) Accessibilità; 4) Comodità di uso e manovra; 5) Efficienza luminosa; 6) Identificabilità; 7) Impermeabilità ai liquidi; 8) Isolamento elettrico; 9) Limitazione dei rischi di intervento; 10) Montabilità / Smontabilità; 11) Regolabilità; 12) Resistenza meccanica; 13) Stabilità chimico reattiva.

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**1) Ripristino connessioni.**

Eseguire il ripristino delle connessioni quando si verificano malfunzionamenti nella ricezione del segnale.

Ditte specializzate: Elettricista

**Cadenza:** quando occorre

**2) Settaggio**

Eseguire il settaggio dei parametri della centrale quando necessario (per adeguamento normativo, o per adeguamento alla classe superiore).

Ditte specializzate: Elettricista

**Cadenza:** quando occorre

**Corpo d'Opera: 03 - Opere strutturali**

Rappresentano l'insieme delle unità tecnologiche e di tutti gli elementi tecnici legate alle strutture redatto ai sensi del **D.M 08 art.10.1** è relativo alle opere descritte nella relazione tecnica.

**Unità Tecnologiche:**

Tali elementi di fondazione devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale

**Strutture orizzontali-inclinate**

1. elementi in acciaio -scale
2. solai in legno
3. tavolati/scempio
4. volte in muratura

**Elementi in acciaio - scale**

**Descrizione**

Elementi strutturali in acciaio a sviluppo lineare orizzontale o sub-orizzontale che trasferiscono i carichi a pareti. **Funzione**

Sostegno delle scale. Trasferire i carichi delle scale alle strutture orizzontali/verticali. **Modalità d'uso** corretto

Gli elementi in acciaio sono concepite per resistere ai carichi di progetto trasmessi dai gradini/pianerottoli/passerelle. Non ne deve essere compromessa l'integrità e la funzionalità..Gli elementi non devono essere manomessi in alcun modo pena la loro stabilità. E' vietata l'apertura di fori di qualsiasi genere se non predisposte direttamente in stabilimento.

Controllo periodico del grado di usura con contestuale rilievo di eventuali anomalie.

**Tavolati/Scempio**

**Descrizione**

Elementi strutturali costituiti dall'assemblaggio di assi di legno, con eventuale incastro maschio-femmina, o altri materiali (scempio in cotto) a sviluppo superficiale orizzontale o sub-orizzontale.

**Funzione**

Creazione di superfici resistenti eventualmente praticabili.Trasferire i carichi di esercizio alle strutture verticali. **Modalità d'uso** corretto

I tavolati sono concepiti per resistere ai carichi di progetto della struttura. Non ne deve essere compromessa l'integrità e la funzionalità. Evitare di far cadere sulle pavimentazioni oggetti pesanti od appuntiti, non versare sostanze corrosive. Controllo periodico del grado di usura con contestuale rilievo di eventuali anomalie.

**Volte in muratura**

**Descrizione**

Elementi strutturali costituiti dall'assemblaggio di mattoni pieni a sviluppo curvilineo che trasferiscono i carichi alla strutture verticali.

**Funzione**

Creazione di superfici resistenti eventualmente praticabili, con funzione di collegamento delle strutture verticali. Trasferire i carichi di esercizio alle strutture verticali.

### Modalità d'uso corretto

I solai sono concepiti per resistere ai carichi di progetto della struttura. Le volte in muratura sono elementi strutturali progettati per resistere a fenomeni di flessione e taglio nei confronti dei carichi di progetto ad essi applicati, mantenendo livelli accettabili di deformazione. Non ne deve essere compromessa l'integrità e la funzionalità. Evitare di far cadere sui piani oggetti pesanti od appuntiti, non versare sostanze corrosive. Controllo periodico delle fessurazioni con contestuale rilievo di eventuali anomalie.**REQUISITI E PRESTAZIONI**

### **Elementi in acciaio - scale**

#### Livello minimo di prestazioni

Le travi in acciaio devono garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale, comunque non inferiori alle prestazioni prescritte dalle normative vigenti.

**Si prescrive l'uso contemporaneo di non più di due utenti contemporaneamente sulle scale, al fine di preservare la stabilità e garantire la fruibilità delle stesse. Sulle passerelle è prevista la sosta di non più di quattro utenti contemporaneamente.**

#### Anomalie riscontrabili

- Ossidazione
- Sistemi di collegamento difettosi
- Integrità delle giunzioni saldate
- Integrità delle giunzioni bullonate

#### Controlli

- Esecutore: utente - personale tecnico specializzato
- Forma di controllo: visivo, integrato da eventuali prove non distruttive

#### Interventi manutentivi

Esecutore: personale tecnico specializzato

- ripresa della passivazioni delle carpenterie in acciaio;

### **Tavolati/Scempio**

#### Livello minimo di prestazioni

I tavolati devono garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale, comunque non inferiori alle prestazioni prescritte dalle normative vigenti. Freccia entro i limiti di deformazione.

#### Anomalie riscontrabili

- Fessurazioni
- Comparsa di macchie di umidità
- Eccessiva deformazione
- Eccessiva vibrazione
- Degrado batteriologico

#### Controlli

- Esecutore: utente - personale tecnico specializzato
- Forma di controllo: visivo, integrato da eventuali prove non distruttive

#### Interventi manutentivi

Esecutore: personale tecnico specializzato

### **Volte in muratura**

#### Livello minimo di prestazioni

Le volte in muratura devono garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale. **Si prescrive la sosta contemporanea di non più di sei utenti contemporaneamente al fine di preservare la stabilità e la fruibilità delle stesse.**

#### Anomalie riscontrabili

- Fessurazioni
- Lesioni
- Eccessiva deformazione
- Eccessiva vibrazione

#### Controlli

Esecutore: utente - personale tecnico specializzato

Forma di controllo: visivo, integrato da eventuali prove non distruttive Interventi manutentivi

Esecutore: personale tecnico specializzato

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

Di seguito di riportano le principali anomalie visibili e riscontrabili nelle strutture, le possibili cause, gli interventi di ripristino principali e i vari tipi di controllo.

Sarà però cura dell'esecutore individuare le cause reali ed indicare i migliori interventi a riguardo sulla base dei controlli effettuati.

#### Anomalia: Degrado batteriologico

Attacco di funghi, muffe e carie (di tipo bruna o bianca), con relativa formazione di macchie, depositi o putrefazione sugli strati superficiali del legno visibili anche con alterazioni cromatiche; degrado delle parti in legno, dovuto ad insetti xilofagi, che si può manifestare con la formazione di alveoli o piccole cavità.

Controllo: Inflessione visibile; rigonfiamenti; distacchi; lesioni; modifiche cromatiche.

Cause: Esposizione prolungata all'azione diretta degli agenti atmosferici e a fattori ambientali esterni; infiltrazioni di acqua e/o umidità in microfessure o cavità presenti sulla superficie dell'elemento; attacco fungino dovuto al distacco e alla perdita della vernice protettiva; scarsa ventilazione

Intervento: Impregnazione con consolidanti associati a fungicidi disciolti in solventi organici. Riduzione umidità ambientale ed incremento ventilazione

#### Anomalia: Deformazione

Alterazione duratura dell'aspetto e della configurazione, misurabile dalla variazione delle distanze tra i suoi punti. Controllo: Inflessione visibile; rigonfiamenti; distacchi; lesioni.

Cause: Presenza di carichi superiori a quelli di calcolo, sedimenti del terreno al di sotto del piano di posa.

Intervento: Rimozione di carichi e/o ripristino strutturale, progettazione di rinforzi, sottofondazioni locali, eliminazione delle cause delle eventuali modifiche geomorfologiche del terreno.

#### Anomalia: Lesione

Rottura che si manifesta in una qualsiasi struttura quando lo sforzo a cui è sottoposta supera la resistenza corrispondente del materiale.

Controllo: Fenditure interne più o meno ramificate (es. lesione isolata, diffusa, a croce, cantonale, a martello, verticale, a 45°, ecc.) e profonde (es. lesione capillare, macroscopica, ecc.).

Cause: Assestamento differenziale delle fondazioni per sedimenti del terreno (es. traslazione verticale, traslazione orizzontale, rotazione). Schiacciamento per carico localizzato. Schiacciamento dovuto al peso proprio. Ritiro dell'intonaco per granulometria troppo piccola dell'inerte o per eccesso di legante. Cicli di gelo e disgelo. Penetrazione di acqua.

Intervento: Ispezione tecnico specializzato, progettazione di rinforzi, sottofondazioni locali, eliminazione delle cause delle eventuali modifiche geomorfologiche del terreno.

#### Anomalia: Fessurazione

Degrado superficiale che si manifesta con la comparsa di fessure e crepe sulla superficie dell'elemento strutturale. Controllo: Fenditure interne più o meno ramificate (es. lesione isolata, diffusa, a croce, cantonale, a martello, verticale, a 45°, ecc.) e profonde (es. lesione capillare, macroscopica, ecc.).

Cause: Ritiro, sedimenti strutturali; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni. Intervento: Ispezione tecnico specializzato tramite, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisoriali.

#### Anomalia: Rottura

Menomazione dell'integrità di un elemento e danneggiamento grave. Controllo: Perdita delle capacità portanti, aspetto degradato.

Cause: Cause accidentali, atti di vandalismo, superamento dei carichi di progetto, cambiamenti delle condizioni locali del terreno di fondazione - variazioni del livello di falda, delle condizioni meccaniche del terreno.

Intervento: Progettazione di rinforzi, sottofondazioni locali, eliminazione delle cause delle eventuali modifiche geomorfologiche del terreno.

#### Anomalia: Umidità

Presenza più o meno accentuata di vapore acqueo.

Controllo: Chiazze di umidità sulla pavimentazione e/o sull'intradosso del solaio. Condensa. Variazione di microclima interno. Presenza di microrganismi o organismi (es. funghi, muffe, insetti, ecc.). Diminuzione della resistenza al calore dei locali.

Cause: Infiltrazione laterale della pioggia sulle pareti esposte ai venti dominanti. Infiltrazioni dovute a rottura o mancanza della guaina in copertura.

Intervento: Ripristino parziale o rinnovo totale tinteggiatura ed intonaco intradosso solaio. Ispezione tecnico specializzato.

#### Anomalia: Danneggiameto

Diminuzione più o meno grave ed evidente di efficienza e di consistenza di un elemento. Controllo: Presenza di lesioni, aspetto degradato.

Cause: Cause accidentali, atti di vandalismo.

Intervento: Rimozione delle parti di calcestruzzo ammalorato, rimozione della ruggine con energica spazzolatura, protezione con idoneo passivante e ricostruzione dei copriterri.

#### Anomalia: Corrosione dei collegamenti metallici

Presenza di zone corrose dalla ruggine estese o localizzate in corrispondenza degli elementi metallici delle giunzioni.  
Controllo: Presenza di lesioni, aspetto degradato.  
Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.  
Intervento: Rimozione delle parti ammalorate, rimozione della ruggine con energica spazzolatura, protezione con idoneo passivante.

#### Anomalia: **Cedimento**

Dissesti uniformi e/o differenziali con manifestazioni di abbassamento del piano di imposta l'elemento. Controllo: Presenza di lesioni, aspetto degradato.  
Cause: Mutamenti delle condizioni del terreno dovuti a cause quali: variazione della falda freatica, rottura di fognature o condutture idriche in prossimità della fondazione, ecc. Mutamenti delle condizioni di carico applicate.  
Intervento: Opere di consolidamento del terreno o della struttura, georesine, opere di sostegno, opere provvisionali.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **Sottoprogramma delle prestazioni**

La vita nominale dell'opera è quella indicata nella apposita relazione di calcolo.

#### **Strutture orizzontali-inclinate**

Le strutture orizzontali-inclinate dovranno garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale,

#### **Sottoprogramma dei controlli**

L'esito di ogni ispezione da parte dell'esecutore deve formare oggetto di uno specifico rapporto da conservare insieme alla relativa documentazione tecnica. A conclusione di ogni ispezione, inoltre, il tecnico incaricato deve, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentivo da eseguire ed esprimere un giudizio riassuntivo sullo stato d'opera.

Si riportano le indicazioni generali per il piano di manutenzione delle strutture che si consiglia vengano lasciate a giorno per una facile ispezione e una agevole accessibilità.

Durante la loro vita le opere strutturali devono essere ispezionate periodicamente da tecnici qualificati incaricati dal committente o eventualmente dall' utente stesso solo se esplicitamente indicato nel caso di controlli di tipo 1.

Una prima visita di controllo deve essere fatta ad un anno dall'entrata in esercizio della struttura.

In tale occasione dovrà essere stabilito un intervallo massimo di tempo fra due ispezioni successive in funzione della natura e delle caratteristiche dell'opera nonché delle caratteristiche ambientali del luogo in cui è stata installata. In ogni caso tale intervallo di tempo non potrà essere maggiore di **1 anno** per le strutture.

Devono essere programmate anche delle ispezioni straordinarie in caso di urti accidentali, calamità naturali ed altri eventi che possono recare danni alle strutture e alle loro opere di completamento.

Le ispezioni devono essere estese, per quanto possibile, a tutte le parti dell'opera per accertarne lo stato generale di conservazione e disporre, se del caso, i lavori di manutenzione.

#### **• Strutture orizzontali-inclinate**

Tipo di controllo:

**Controllo 1** - Controllo visivo generale della struttura e degli stati fessurativi. Controllo dell' aspetto e del degrado dell'elemento strutturale, dei suoi rivestimenti e finiture esterne, della presenza di eventuali corrosioni dell' acciaio, di locali distacchi e di fessurazioni della muratura e dei rivestimenti. In particolare l'ispezione a tali elementi è finalizzata a verificare:

- controllo di presenza di muffe o infiltrazioni
- la presenza di deformazioni plastiche nelle travi
- l'entità delle deformazioni elastiche da confrontare con i valori determinati in progetto
- 
- la presenza di deformazioni plastiche locali riconducibili ad urti accidentali
- l'integrità delle giunzioni bullonate
- lo stato di serraggio dei bulloni
- l'integrità delle giunzioni saldate
- presenza di eventuali fessurazioni, distacchi o lesioni
- l'applicazione di impianti, opere accessorie o altri carichi non previsti in progetto
- l'eventuale aggiunta o asportazione di elementi strutturali anche secondari
- la presenza di zone soggette ad aggressione chimica (fenomeni di ossidazione o corrosione) L'ispezione alle coperture dovrà verificare :
  - l'efficienza dei fissaggi sulle travi
  - la presenza di ovalizzazioni o plasticizzazioni locali in corrispondenza delle forature per i dispositivi di fissaggio (viti, ganci ecc.)
  - segni di ossidazione nei dispositivi di fissaggio
  - la presenza di deformazioni permanenti dovute ad eventuali applicazioni di carichi eccessivi

- la presenza di deformazioni plastiche locali dovute alla applicazione di carichi concentrati o ad urti accidentali
- segni di ossidazione in corrispondenza dei tagli trasversali o longitudinali delle lamiere
- presenza di graffi o abrasioni sulle superfici zincate o vernicate che possano favorire l'inizio di processi di ossidazione o corrosione
- applicazione di carichi appesi non previsti in progetto
- la formazione di eventuali forature per il passaggio di impianti in zone di maggior sollecitazione con eventuale compromissione delle capacità di resistenza

1. **Pericodicità: annuale.** In caso di eventi eccezionali procedere al controllo
2. Esecutore: utente/personale tecnico specializzato
3. Forma di controllo: visivo
4. Risorse: necessità di strumentazione tecnica a richiesta dell'esecutore

**Controllo 2** - Controlli a cura di personale specializzato sulla consistenza degli elementi strutturali e dell'eventuale presenza di lesioni, distacchi, cedimenti e deformazioni eccessive. Verifica del livello deformativo, dell'integrità e orizzontalità dell'elemento strutturale e controllo di tutti gli elementi sopra riportati nel controllo di tipo 1

1. **Pericodicità: quinquennale.** In caso di eventi eccezionali procedere al controllo
2. Esecutore: personale tecnico specializzato
3. Forma di controllo: visivo, integrato da eventuali prove non distruttive
4. Risorse: necessità di strumentazione tecnica a richiesta dell'esecutore

#### Sottoprogramma degli interventi

- **Strutture in legno**

Tipo di manutenzione a cura di ditte specializzate:  
**periodicità** all'occorrenza

1. **Applicazione trattamenti protettivi:** Pulizia delle strutture e carteggiatura delle superfici. Trattamenti protettivi della superficie lignea con prodotti antitarlo, fungicidi, antimuffa o anche prodotti di carattere ignifugo o idrorepellente. I trattamenti vanno eseguiti su superfici precedentemente pulite.
2. **Controllo e riapplicazione serraggio:** Verifica e eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati o sostituzione dei componenti facenti parte della giunzione.
3. **Interventi per corrosione giunti metallici:** Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulle superfici dei componenti facenti parte delle giunzioni metalliche, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici. Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi..
4. **Pulizia delle superfici in legno:** Pulizia e asportazione delle parti degradate e marcate della superficie dell'elemento di legno, attraverso pulizia meccanica, manuale o ad aria compressa in funzione del tipo e dell'entità del degrado. Eliminazione delle infiltrazioni.
5. **Sostituzione elementi giunzione:** Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.
6. **Ricostruzione parti mancanti:** Ripristino o ricostruzione di parti mancanti o degradate dell'elemento strutturale attraverso sistemi misti con utilizzo di armature metalliche e prodotti a base di resine o con elementi in vetroresina.
7. **Rinforzo elemento:** Trattamenti di rinforzo e consolidamento localizzati o estesi da eseguirsi dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato e considerando che le lesioni, eventualmente presenti, siano stabilizzate o meno: fissaggio di barre in acciaio in appositi incavi realizzati nelle zone lesionate, attraverso l'impiego di resine epossidiche o altri prodotti specifici; placcaggio esterno delle zone lesionate con l'uso di lamiere in acciaio o altro materiale; applicazione di prodotti consolidanti di vario tipo come resine epossidiche, acriliche, poliuretaniche, ecc..
8. **Eliminazione muffe e infiltrazioni:** Eliminazione di infiltrazioni, previa pulizia e ripristino di tutti gli elementi interessati

- **Strutture metalliche - prescrizioni in caso di elementi lasciati a vista**

Tipo di manutenzione a cura di ditte specializzate:  
**periodicità** all'occorrenza

1. **Applicazione prodotti protettivi:** Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare
2. **Controllo e riapplicazione serraggio:** Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.
3. **Intervento di rinforzo:** Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate

4. Pulizia delle superfici metalliche: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.
5. Sostituzione elementi di giunzione: sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.
6. Sostituzione elemento: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisionali.
7. Trattamenti ignifughi: Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.

- **Strutture in muratura**

Tipo di manutenzione a cura di ditte specializzate:  
**periodicità** all'occorrenza

1. Gli interventi sugli elementi di particolare rilevanza storica e artistica, quali volte e pareti murarie, dovranno essere realizzati a cura di personale tecnico specializzato e dovranno essere rivolti a sanare i difetti riscontrati, l'effetto del degrado e gli eventuali dissesti in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche originarie della costruzione, cioè adottando quelle soluzioni che a fronte di una buona efficacia costituiscano il minor impatto sul manufatto. Gli interventi dovranno essere concordati con gli Enti Preposti