

**ACCORDO DI PROGRAMMA 8 OTTOBRE 2005 (ART. 6)**

INTESA TRA COMUNE DI GENOVA E SOCIETA' PER CORNIGLIANO S.P.A.  
DEL 9 OTTOBRE 2008  
PROGRAMMA INTEGRATO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA  
(APPROVATO CON D.G.C. N. 62 DEL 9 SETTEMBRE 2008)

**OGGETTO:**

**REALIZZAZIONE DI UNA PASSERELLA PEDONALE  
IN PIAZZA E. SAVIO  
PROGETTO ESECUTIVO**

**TITOLO:**

**R E3 - STRUTTURE  
PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI**

**N. DOC.**

**155/PES/8.5.10/R E3**

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Validato	Descrizione
1	<b>28/06/19</b>	SITEC	LC	LC	PER EMISSIONE



## **MANUALE DI MANUTENZIONE D'USO**

## **SISTEMA STRUTTURALE**

### **Strutture in c.a. gettate in opera : fondazioni, elevazioni e orizzontamenti in c.a.**

#### **Descrizione**

La fondazione su plinti, platee o cordoli in c.a. continui, viene utilizzata per edifici a struttura in c.a. o in acciaio quando il terreno resistente è poco profondo e ha una resistenza tale da consentire la ripartizione del carico concentrato trasmesso dai pilastri su una ristretta superficie o da opere continue come muri di cantina. I plinti per le strutture in c.a. hanno forma parallelepipedica o tronco-piramidale e possono essere armati oppure no (è comunque prevista un'armatura di ferri di piccolo diametro alla base del plinto inerte) mentre per le strutture in acciaio si utilizzano plinti formati da una parte in acciaio, collegata al pilastro (piastra di base), e da una parte in cls, armato o no, poggiante sul terreno (dado). Viene realizzato, sotto la fondazione, uno strato (solitamente di 10 cm) di magrone, realizzato con cls a basso dosaggio, per livellare il piano di appoggio e per evitare il contatto fra l'armatura e il suolo.

Si definiscono strutture di elevazione in c.a. gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno. Le strutture verticali sono costituite dagli elementi tecnici con funzione di sostenere i carichi agenti, trasmettendoli verticalmente ad altre parti aventi funzione strutturale e ad esse collegate. Le strutture di elevazione verticali a loro volta possono essere suddivise in: strutture a telaio; strutture ad arco; strutture a pareti portanti. I pilastri in c.a. sono strutture verticali portanti con rapporto tra i lati inferiori a 3. Le strutture orizzontali o inclinate sono costituite dagli elementi tecnici con funzione di sostenere orizzontalmente i carichi agenti, trasmettendoli ad altre parti strutturali ad esse collegate. Le strutture di elevazione orizzontali o inclinate a loro volta possono essere suddivise in: strutture per impalcati piani; strutture per coperture inclinate. Le travi sono strutture orizzontali o inclinate che trasferiscono i carichi dei solai a pilastri o pareti.

#### **Norme legislative specifiche**

- Legge 5.11.1971 n.1086 (G.U. 21.12.1971 n.321): "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2.2.1974 n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M.LL.PP. 16.1.1996 (5.2.1996 n.29): "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare 31.7.1979 n.19581: "Legge 5 novembre 1971 n.1086 art.7, Collaudo statico";
- Circolare 23.10.1979 n.19777: "Competenza amministrativa per la Legge 5 novembre 1971 n.1086 e Legge 2 febbraio 1974 n.64";
- Circolare M. LL.PP. 4.7.1996 n.156AA/STC (G.U. 16.9.1996, S. n.151): "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16 gennaio 1996";
- Circolare 14.12.1999 n.346/STC: "Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione, di cui alla Legge 5 novembre 1971 n.1086, art.20";
- UNI 6130/1;
- UNI 6130/2;
- UNI 8290-2;
- UNI EN 384;
- UNI EN 1356;
- UNI ENV 1992 Eurocodice 2;
- UNI ENV 1995/1/1.

STRUTTURE IN CALCESTRUZZO:-D.M. 9.1.1996 (G.U. 5.2.1996 n.29): "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";

-Decreto M.LL.PP. 3.12.1987 (G.U. 7.5.1988): "Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate";

-Circolare M.LL.PP. 9.1.1980 n.20049: "Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato";

-Circolare M.LL.PP. 16.3.1989 n.31104: "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate";

-Circolare 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C.: "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996".

- UNI ENV 1995/1/1.STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- D.M.LL.PP. 3.12.1987 (G.U. 7.5.1988)

"Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate"

- D.M. 9.1.1996 (G.U. 5.1.1996 n.29) "norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"

- Circolare M.LL.PP. 9.1.1980 n.20049 "Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le

strutture in cemento armato"

- Circolare M.LL.PP.16.3.1989 n.31104 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e

collaudo delle costruzioni prefabbricate"

- Circolare 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996".STRUTTURE IN ACCIAIO

- D.M. 9.1.1996 (G.U. 5.2.1996 n.29) "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in

cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" "istruzioni per l'applicazione delle "norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996"

- "Norme Tecniche per le Costruzioni 2008" D.M 14.01.2008

- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617- Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008

- UNI 8634

- UNI 9503

- UNI ENV 1993 Eurocodice 3

- UNI ENV 1999 Eurocodice 9

- SS UNI U50.00.299.0.STRUTTURE MISTE

- UNI ENV 1994 Eurocodice 4.STRUTTURE IN LEGNO

- UNI ENV 1995 Eurocodice 5 Progettazione delle strutture di legno".STRUTTURE IN MURATURA

- D.M.LL.PP. 20.11.1987 (G.U. 5.12.1987 n.285 Supplemento) "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento"

- Circolare M.LL.PP. 4.1.1989 n.30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e

collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento"

- UNI ENV 1996 Eurocodice 6 "Progettazione delle strutture di muratura"
- D.M. 30.11.1983 (Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi)
- D.M. 6.3.1986 (Calcolo del carico d'incendio per locali aventi strutture portanti in legno)
- D.M. 16.5.1987 (Norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione)-D.M. 26.08.1992
- C.M. Interno 14.9.1961 n.91 (Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati in acciaio destinati ad uso civile)
- UNI FA 100
- UNI FA 100-83
- UNI 7678
- UNI 8290-2
- UNI 9502
- UNI 9503
- UNI 9504
- UNI 9723
- ISO 834
- ISO 1182
- C.N.R. 37/1973
- UNI 8662/1
- UNI 8662/2
- UNI 8662/3
- UNI 8789
- UNI 8795
- UNI 8859
- UNI 8940
- UNI 8976
- UNI 9090
- UNI 9092/1
- UNI EN 335/1
- UNI EN 335/2
- UNI ENV 1099
- D.M. 9.1.1996
- Capitolato Generale Opere Pubbliche
- UNI 7699
- UNI 8403
- UNI 8744
- UNI 8903
- UNI 8981-7
- UNI 9388
- UNI 9398
- UNI 9535
- UNI 9535 FA 1-92

- UNI 9747
- UNI 9747 FA 1-94
- UNI 9944
- UNI 10322
- Legge 1.3.1968 n.186
- Legge 5.3.1990 n.46
- D.P.R. 27.4.1995 n.547
- D.Lgs. 19.9.1994, n.626
- D.Lgs 14.8.1996 n.494
- CEI 11-1
- CEI 11-8
- CEI 1-11
- CEI 64-8
- CEI 81-1
- CEI S.423
- UNI 6395
- UNI 7087
- UNI 7103
- UNI 7109
- UNI 7549/10
- UNI 8458
- UNI 8520/1
- UNI 8942/1
- UNI 8942/2
- UNI 8942/3
- UNI 8981-4
- UNI 9417
- UNI 9858
- UNI EN 1328
- CNR BU 89
- ISO/DIS 4846
- D.M.12.2.1982
- D.M. 16.1.1996
- C.M. 24.5.1982 n. 2631
- CNR B.U. 117
- UNI 7959
- UNI 7823
- UNI 8813
- UNI 8941-1
- UNI 8941-2

-UNI 8941-3

-UNI EN ISO 10545-2

-ICITE UEAtc Direttive Comuni Rivestimenti plastici continui

Modalità d'uso corretto

Non compromettere l'integrità delle strutture.

Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista.

Riscontro di eventuali anomalie.

## ***Anomalie Ricontrabili***

### **Alveolizzazione**

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

### **Bolle d'aria**

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

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Presenza diffusa di fori di grandezza e distribuzione casuale.

### **Cavillature superficiali**

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

### **Crosta**

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

### **Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

### **Deposito superficiale**

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

### **Disgregazione**

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

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Sgretolamenti e lacerazioni delle superfici dell'elemento.

### **Distacco**

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

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Decoesione e conseguente caduta di parti di materiale.

### **Efflorescenze**

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

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Formazione cristallina di sali solubili sulla superficie dell'elemento.

### **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).

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Degrado della superficie.

### **Esfoliazione**

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

### **Esposizione dei ferri di armatura**

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

### **Fessurazioni**

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

### **Macchie e graffiti**

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

### **Mancanza**

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

### **Patina biologica**

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

### **Penetrazione di umidità**

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

### **Polverizzazione**

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

### **Presenza di vegetazione**

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

### **Rigonfiamento**

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

### **Scheggiature**

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

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Scheggiatura dell'elemento.

### **Variazione di volume**

Aumento di volume dell'elemento e conseguente disgregazione, dovute all'attacco solfatico in ambiente marino oppure a cicli di gelo-disgelo.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Aumento di volume dell'elemento e conseguente disgregazione.



## **Deformazioni**

Dovute a sollecitazioni di varia natura (sovraccaricamento, sbalzi termici, ecc.), accompagnate spesso dalla perdita delle caratteristiche di resistenza e stabilità degli elementi stessi.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Variazioni geometriche e/o morfologiche degli elementi strutturali.

## **Incrostazioni urbane**

Dovuto al deposito di pulviscolo atmosferico urbano; tali fenomeni talvolta comportano il distacco delle incrostazioni stesse ponendo in evidenza i fenomeni di segregazione presenti sulla superficie sottostante.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Depositi aderenti alla superficie dell'elemento, generalmente di colore nero e di spessore variabile.

## **Macchie di ruggine**

Macchie bruno-rossastre sulla superficie del calcestruzzo dovute alla corrosione dei ferri d'armatura.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Macchie bruno-rossastre sulla superficie del calcestruzzo.

## **Mancanza di copriferro**

Mancanza di calcestruzzo in corrispondenza dell'armatura con conseguente esposizione dei ferri a fenomeni di corrosione.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Mancanza di calcestruzzo in corrispondenza dell'armatura.

## **Muffe biologiche**

Deposito sottile costituito prevalentemente da microrganismi, che creano una patina di colore variabile aderente alla superficie.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Deposito sottile costituito prevalentemente da microrganismi.

## **Nidi di ghiaia**

Degrado della superficie dovuto alla segregazione dei componenti del calcestruzzo in fase di getto e caratterizzato da cavità irregolari e inerti di maggior diametro in evidenza.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Degrado della superficie.

## **Ramificazioni superficiali**

Fessurazioni capillari ramificate sulla superficie, dovute a un non corretto dosaggio del calcestruzzo.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Fessurazioni capillari ramificate sulla superficie.

## **Sgretolamento**

Presenza di parti di calcestruzzo friabili e incoerenti.

### ***Segni più evidenti di anomalia***

Presenza di parti di calcestruzzo friabili e incoerenti.

## **Controlli eseguibili dall'utente**

### **Controllo struttura**

Controllare l'integrità delle strutture individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, segregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri

d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

***Tipologia controllo***

Ispezione a vista

***Tempi di esecuzione***

12 mesi

***Frequenza***

Annuale

**Controllo dello stato del calcestruzzo**

Controllare eventuali processi di degrado del calcestruzzo come distacchi, fenomeni di disgregazione, esposizione delle armature, fessurazioni, macchie di ruggine, chiazze di umidità, rigonfiamenti.

***Tipologia controllo***

Controllo a vista

***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisoriale

***Frequenza***

Annuale

**Controllo dell'aspetto della superficie**

Controllare il grado di usura della superficie e l'eventuale presenza di macchie, depositi superficiali, efflorescenze, bolle d'aria, insediamenti di microrganismi, croste, variazioni cromatiche.

***Tipologia controllo***

Controllo a vista

***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisoriale

***Frequenza***

Annuale

***Controlli eseguibili da personale specializzato***

**Controllo dei danni dopo evento imprevedibile**

Controllare l'eventuale formazione di lesioni sul calcestruzzo e misurare la freccia delle strutture orizzontali ogni volta che si manifesti un evento non prevedibile (incendio, sisma, urto, cedimento fondazionale..)

***Tipo controllo***

Controllo a vista

***Categoria specialista***

Specializzati vari

***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale

- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

### **Frequenza**

Quando necessario

### **Controllo della carbonatazione**

Verificare la profondità di carbonatazione valutando lo spessore di calcestruzzo in cui il valore del PH è inferiore a 10. La prova viene eseguita prelevando una piccola carota e misurando il PH con opportuni indicatori chimici.

### **Tipo controllo**

Controllo con apparecchiature

### **Categoria specialista**

Tecnici di settore

### **Risorse strumentali richieste**

- Soluzione di fenoftaleina
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

### **Frequenza**

Quando necessario

### **Monitoraggio delle lesioni**

Monitorare il quadro fessurativo per individuare eventuali incrementi o decrementi dell'ampiezza delle fessure. Tale operazione può essere fatta in modo qualitativo, utilizzando delle "spie" in vetro che vengono applicate direttamente sulla superficie lesionata, oppure in modo quantitativo, utilizzando strumenti (fessurimetri, distanziometri, estensimetri) in grado di valutare spostamenti dell'ordine del decimo di millimetro.

### **Tipo controllo**

Ispezione con apparecchiature

### **Categoria specialista**

Specializzati vari

### **Risorse strumentali richieste**

- Fessurimetro/Distanziometro/Strain gages
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

### **Frequenza**

Quando necessario

### **Carotaggio**

Prelevare campioni di calcestruzzo di diametro 10-15 cm per effettuare la verifica in laboratorio sulle principali caratteristiche statiche. Il prelievo deve essere fatto dove non può causare danni alla struttura e nel caso in cui le prove pacometriche e le misure sclerometriche evidenzino valori non conformi ai dati di progetto.

### **Tipo controllo**

Controllo con apparecchiature

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Carotatrice

**Frequenza**

Quinquennale

**Controllo dell'ossidazione delle armature**

Valutare la riduzione della sezione delle armature dovuta al processo di corrosione, mediante la misurazione della differenza di potenziale esistente tra la superficie delle armature e quella del calcestruzzo.

**Tipo controllo**

Controllo con apparecchiature

**Categoria specialista**

Tecnici di settore

**Risorse strumentali richieste**

- Voltmetro ad alta impedenza
- Elettrodo di riferimento
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quinquennale

**Prova con pacometro**

Individuare la posizione delle armature e lo spessore del copriferro mediante l'utilizzo di strumenti basati su fenomeni elettromagnetici.

**Tipo controllo**

Controllo con apparecchiature

**Categoria specialista**

Tecnici di settore

**Risorse strumentali richieste**

- Pacometro
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quinquennale

**Prova sclerometrica**

Valutare l'omogeneità del calcestruzzo ed individuare eventuali regioni superficiali degradate misurando

l'entità del rimbalzo di una massa battente che impatta sulla superficie del calcestruzzo con energia nota.

***Tipo controllo***

Controllo con apparecchiature

***Categoria specialista***

Tecnici di settore

***Risorse strumentali richieste***

- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Sclerometro
- Dispositivi di protezione individuale

***Frequenza***

Quinquennale

***Indagine ultrasonica***

Individuare eventuali disomogeneità interne (fessurazioni, cavità) mediante la misurazione della velocità di propagazione di onde ultrasoniche all'interno del calcestruzzo.

***Tipo controllo***

Controllo con apparecchiature

***Categoria specialista***

Tecnici di settore

***Risorse strumentali richieste***

- Emettitore di ultrasuoni
- Ricevitore
- Oscilloscopio
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

***Frequenza***

Quinquennale

***Interventi eseguibili da personale specializzato***

***Interventi sulle strutture***

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

***Tipo controllo***

Riparazione

***Categoria specialista***

Specializzati vari

***Frequenza***

Quando necessario

### **Protezione catodica delle armature**

Immissione di corrente continua a bassa tensione nel circuito formato da un nastro conduttore applicato sulla superficie di calcestruzzo (polo positivo) e l'insieme delle armature (polo negativo). La corrente immessa corrisponde alla conduttività del cemento e previene ogni futuro degrado da corrosione.

#### ***Tipo controllo***

Consolidamento

#### ***Categoria specialista***

Specializzati vari

#### ***Risorse strumentali richieste***

- Nastro conduttore in lega
- Primer conduttivo
- Rullo
- Fonte elettrica
- Fili di collegamento fra armature
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

#### ***Frequenza***

Quando necessario

### **Rinforzo dell'elemento**

Incremento della sezione resistente dell'elemento con metodi diversi, a seconda del degrado dell'elemento e della funzione che esso svolge all'interno della struttura. Per quello che riguarda le travi si può presentare la necessità di rinforzarle a flessione; ciò si può ottenere mediante l'impiego di lamine in fibra di carbonio incollate con adesivo epossidico sulla zona da rinforzare oppure mediante placcaggio di lastre di acciaio. Il placcaggio può essere per incollaggio diretto delle lastre con strato di adesivo epossidico (sistema "beton-plaquè") oppure per iniezione di resina epossidica nello spazio lasciato appositamente tra calcestruzzo e camicia di acciaio (sistema del "cassero metallico"). Il rinforzo della sezione resistente a compressione sia di travi che di pilastri si ottiene mediante la realizzazione di un'armatura integrativa (rete metallica elettrosaldata o staffe e correnti) collegata a quella esistente e il getto entro casseri di malta cementizia colabile a ritiro compensato.

#### ***Tipo controllo***

Consolidamento

#### ***Categoria specialista***

Muratore

#### ***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

#### ***Frequenza***

Quando necessario

### **Sigillatura delle lesioni passanti**

Ripristino della monoliticità della struttura con chiusura delle fessure mediante iniezione di resine epossidiche.

#### ***Tipo controllo***

Riparazione

***Categoria specialista***

Muratore

***Risorse strumentali richieste***

- Tubetti di iniezione e sfiato
- Resina epossidica a consistenza di stucco
- Resina epossidica fluida
- Pompa pneumatica a bassa pressione
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

***Frequenza***

Quando necessario

**Ripresa delle lesioni**

Ripristino delle fessurazioni con malta cementizia specifica per impedire l'aggressione degli agenti atmosferici. A seconda che la lesione sia stabilizzata o meno, si utilizza malta cementizia semplice o a ritiro compensato.

***Tipo controllo***

Riparazione

***Categoria specialista***

Muratore

***Risorse strumentali richieste***

- Malta cementizia specifica
- Macchine a spruzzo per applicazione
- Prodotti di finitura
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

***Frequenza***

Quando necessario

**Risanamento delle armature**

Eliminazione di ogni traccia di ossidazione e di altre impurità dai ferri di armatura e protezione con apposita vernice anticorrosiva.

***Tipo controllo***

Riparazione

***Categoria specialista***

Specializzati vari

***Risorse strumentali richieste***

- Resine epossidiche in soluzione acquosa
- Malta modificata con inibitori di corrosione
- Dispositivi di protezione individuale

- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quando necessario

**Ripristino parti mancanti**

Ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti o rimosse con malta reoplastica a ritiro compensato. E' opportuno eseguire uno strato di ancoraggio tra il calcestruzzo vecchio e il materiale nuovo mediante l'applicazione a pennello di una boiaccia ottenuta con resina epossidica e cemento.

**Tipo controllo**

Riparazione

**Categoria specialista**

Muratore

**Risorse strumentali richieste**

- Malta reoplastica a ritiro compensato
- Prodotti di finitura
- Inibitore di corrosione migrante per ferri d'armatura
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quando necessario

**Sostituzione dell'elemento**

Rifacimento parziale o totale dell'elemento gravemente danneggiato.

**Tipo controllo**

Sostituzione

**Categoria specialista**

Muratore

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Vibratore
- Betoniera

**Frequenza**

Quando necessario

**Applicazione di trattamenti consolidanti**

Trattamenti di riagggregazione profondi o superficiali. L'applicazione dei prodotti consolidanti si effettua a pennello o a spruzzo cercando di far penetrare il prodotto il più possibile in profondità senza annullare la porosità del materiale.

**Tipo controllo**

Consolidamento

**Categoria specialista**



Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Resine siliconiche
- Prodotti a base di silicati
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quinquennale

**Applicazione di trattamenti protettivi**

Impregnazione della superficie con prodotti idrorepellenti e antimacchia. Il trattamento va eseguito su superfici pulite e, se necessario, consolidate. Le caratteristiche dei prodotti da usare devono essere: impermeabilità all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, trasparenza al vapore, scarsa influenza sulle caratteristiche cromatiche del materiale.

**Tipo controllo**

Manutenzione

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Soluzioni di resine siliconiche (idrorepellenti)
- Prodotti di finitura
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Resine epossidiche (protettive)

**Frequenza**

Quinquennale

**Pulizia della superficie**

Rimozione, manuale o meccanica, del calcestruzzo ammalorato mediante spazzolatura, idrolavaggio, sabbiatura a secco, idrosabbiatura e successiva pulizia delle superfici per rimuovere tutto ciò che può nuocere all'adesione dei successivi trattamenti. La scelta della tecnica di pulizia dipende dal tipo di sostanza da rimuovere, dalle condizioni della superficie e dal tipo di finitura.

**Tipo controllo**

Lavaggio

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Sabbiatrice/Idrosabbiatrice/Spazzola meccanica
- Solventi
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

## **Frequenza**

Quinquennale

## **Requisiti / Prestazioni**

### **Adattabilità delle finiture**

#### **Regolarità geometrica**

Capacità di soddisfare le esigenze estetiche e funzionali di planarità e assenza di difetti superficiali.

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Le strutture di elevazione non devono presentare macchie, gobbe, crateri, fessure, distacchi, scostamenti locali dal piano teorico.

#### **Livelli minimi ammissibili**

I livelli minimi variano in funzione delle esigenze, delle caratteristiche e dell'importanza dell'opera.

### **Resistenza agli agenti chimici e biologici**

#### **Resistenza agli agenti aggressivi**

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

#### **Principali requisiti / prestazioni**

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

#### **Livelli minimi ammissibili**

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature. Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati. Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo. Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...). A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

#### **Resistenza al gelo**

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

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Le strutture in elevazione dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

#### **Livelli minimi ammissibili**

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

## **Resistenza meccanica**

### **Resistenza meccanica**

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

#### **Principali requisiti / prestazioni**

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

#### **Livelli minimi ammissibili**

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

## **Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno**

### **Resistenza al vento**

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

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Le strutture di elevazione devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal , dal D.M. 14.1.2008, dalla- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617- Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (che dividono convenzionalmente il territorio italiano in nove zone), tenendo conto dell'altezza della struttura e del tipo di esposizione.

#### **Livelli minimi ammissibili**

I valori minimi variano in funzione del tipo di struttura in riferimento ai seguenti parametri dettati dal D.M. 14.01.2008 e dalla CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617- Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni'.

### **Anigroscopicità**

Capacità degli elementi di non essere soggetti a mutamenti di dimensione, comportamento e morfologia in seguito all'assorbimento e/o al contatto con acqua.

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Gli elementi costruttivi delle strutture in elevazione in c.a. devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

#### **Livelli minimi ammissibili**

Le strutture di elevazione non devono essere soggette a cambiamenti chimico- fisici, strutturali o funzionali nel caso in cui vengano a contatto o assorbano acqua piovana, di falda o marina. I livelli minimi prestazionali variano in funzione delle caratteristiche del materiale impiegato e dell'origine e composizione dell'acqua. Per caratterizzare il livello minimo di resistenza all'acqua di un'opera in cls si può riferimento alla norma UNI 8981-3/99 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo- Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti" e alla norma UNI 8981-6/99 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo- Istruzioni per ottenere la resistenza all'acqua di mare". Entrambe le norme forniscono un criterio per valutare il grado di aggressività dell'acqua (mediante classi di aggressività) ed indica i provvedimenti da adottare per prevenire l'attacco o almeno ridurre i conseguenti effetti dannosi (utilizzo di calcestruzzo compatto e poco permeabile confezionato con una corretta combinazione dei seguenti fattori: composizione del calcestruzzo, tipo di cemento, ridotto rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento sufficientemente elevato, elevata lavorabilità).

## **Sicurezza in caso d'incendio**

### **Resistenza al fuoco**

La resistenza al fuoco rappresenta l'attitudine degli elementi che costituiscono le strutture a conservare, in un tempo determinato, la stabilità (R), la tenuta (E) e l'isolamento termico (I). Essa è intesa come il tempo

necessario affinché la struttura raggiunga uno dei due stati limite di stabilità e di integrità, in corrispondenza dei quali non è più in grado sia di reagire ai carichi applicati sia di impedire la propagazione dell'incendio.

### ***Principali requisiti / prestazioni***

Gli elementi delle strutture in elevazione devono presentare una resistenza al fuoco (REI) non inferiore a quello determinabile in funzione del carico d'incendio, secondo le modalità specificate nella C.M. dell'Interno 14.9.1961 n.91.

### ***Livelli minimi ammissibili***

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

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

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

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

## ***Controlli eseguibili dall'utente***

### **Controllo struttura**

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

### ***Tipologia controllo***

Ispezione a vista

### ***Tempi di esecuzione***

12 mesi

### ***Frequenza***

Annuale

### **Controllo dello stato del calcestruzzo**

Controllare eventuali processi di degrado del calcestruzzo come distacchi, fenomeni di disgregazione, esposizione delle armature, fessurazioni, macchie di ruggine, chiazze di umidità, rigonfiamenti.

### ***Tipologia controllo***

Controllo a vista

### ***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisorie

### ***Frequenza***

Annuale

### **Controllo dell'aspetto della superficie**

Controllare il grado di usura della superficie e l'eventuale presenza di macchie, depositi superficiali, efflorescenze, bolle d'aria, insediamenti di microrganismi, croste, variazioni cromatiche.

### ***Tipologia controllo***

Controllo a vista

### ***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

***Frequenza***

Annuale

## **SISTEMA STRUTTURALE**

### **Strutture in acciaio**

Descrizione Le strutture in acciaio sono costituite dagli elementi tecnici (travi, pilastri e controventi) aventi funzione di sostenere i carichi agenti sul sistema edilizio e di trasmetterli alle strutture di elevazione verticali. Essa è data da profilati d'acciaio di vario tipo(angolari, profili omega, profili a C e a doppio T; ecc.) disposti a secondo della geometria e struttura della copertura. In genere gli angolari, gli omega sono usati anche come arcarecci di supporto al manto di copertura. I profili in acciaio a C e a doppio T sono utilizzati come travi. I profili maggiormente utilizzati sono quelli a doppio T ad ali parallele, ottenuti direttamente per laminazione (travi IPE e travi HE), o mediante saldature di lamiera a caldo e profilati nelle sezioni composte. Norme legislative specifiche UNI 8290-2/83

Legge 5.11.1971 n.1086  
Legge 2.2.1974 n.64  
D.M. 3.3.1975  
D.M. 27.7.1985  
D.M. 24.1.1986  
D.M. 16.1.1996  
D.M 1409/2005  
D.M. 14.01.2008  
C.M. LL.PP. 19.7.1986 n.27690  
C.M. LL.PP. 31.10.1986 n.27996  
C.M. LL.PP. 4.07.1996 n.156AA/STC  
CNR UNI 10011  
UNI eN 10020/01  
UNI ENV 1090-1/01  
UNI ENV 1090-2/01  
UNI ENV 1090-3/01  
UNI ENV 1090-4/01  
UNI ENV 1090-5/01  
UNI ENV 1991-1/96  
UNI ENV 1991-2-5/01  
UNI ENV 1991-2-1/96  
UNI ENV 1991-2-7/00  
UNI ENV 1993-1-1/94  
UNI ENV 1993-1-2/98  
UNI ENV 1993-1-3/00  
UNI ENV 1993-1-4/99  
UNI ENV 1993-1-5/01  
UNI EN ISO 377/99  
UNI 552/86  
UNI 564/60  
UNI 3964/85  
UNI EN 10002-1/92  
UNI EN 10003-1/96  
UNI EN 10045-1/92  
UNI EN 1011-1/00  
D.M. 30.11.1983  
D.M. 16.5.1987  
C.M. LL.PP n. 24648/1987 Art.4 D.M 16.5.1987  
D.M. 26.08.1992  
C.M. LL.PP. n.91/1961  
UNI EN 1363/1-2  
UNI 9503  
UNI ENV 1993-1-2/01  
UNI ENV 1991-2-2/97  
UNI EN ISO 8044  
UNI EN ISO 10289  
UNI EN ISO 1461/99

UNI EN ISO 8502-9/01  
UNI ISO 9227/93  
UNI 9782/90  
UNI 978/90  
UNI 10835/99  
UNI EN ISO 11124-1/99  
UNI EN ISO 11125-1/99  
UNI EN ISO 11125-2/99  
UNI EN ISO 11125-3/99  
UNI EN ISO 11125-4/99  
UNI EN ISO 11125-5/99  
UNI EN ISO 11125-6/99  
UNI EN ISO 11125-7/99  
UNI EN ISO 11126-1/99  
UNI EN ISO 11126-3/99  
UNI EN ISO 11126-4/99  
UNI EN ISO 11126-5/99  
UNI EN ISO 11126-6/99  
UNI EN ISO 11126-8/99  
UNI EN ISO 11127-1/00  
UNI EN ISO 11127-2/00  
UNI EN ISO 11127-3/00  
UNI EN ISO 11127-4/00  
UNI EN ISO 11127-5/00  
UNI EN ISO 11127-6/00  
UNI EN ISO 11127-7/00  
UNI ENV 12837/01  
UNI EN ISO 12944-1/01  
UNI EN ISO 12944-2/01  
UNI EN ISO 12944-3/01  
UNI EN ISO 12944-4/01  
UNI EN ISO 2812-1/96  
UNI EN ISO 2812-2/96  
UNI EN ISO 6270/99  
UNI 9783/90  
UNI 9865/91  
UNI 9922/92  
UNI 8290/83  
UNI 3151/82  
UNI 4630/82  
UNI 5397/78  
UNI 5592/68  
UNI 5712/75  
UNI 5713/75  
UNI 5714/75  
UNI 5715/75  
UNI 5716/75  
UNI 5397  
UNI 5398/78  
UNI 5679/73  
UNI 5680/73  
UNI 5681/73  
UNI 6762/70  
UNI 6763/70  
UNI EN 10034/95  
UNI EN 10055/98  
UNI EN 10056-1/00  
UNI EN 10056-2/95  
UNI EN 10210-2/99  
UNI EN 10219-2/99  
EN 10025-1:2002

EN 10025-2:2002  
EN 10025-3:2002  
EN 10025-4:2002  
EN 10025-5:2002  
EN 10025-6:2002  
EN 10164:1993  
EN 10210-1:2002  
EN 10219-1:2002

Modalità d'uso corretto Per le strutture in acciaio, quale modalità d'uso corretta, occorre che venga periodicamente controllato il loro stato di conservazione, verificando se siano presenti o meno lesioni o altro degrado tale da compromettere o la stabilità del manufatto o la sua finitura estetica. Verifica e/o ripristino degli strati protettivi.

## **Anomalie Ricontrabili**

### **Corrosione degli elementi del giunto**

Evidenti stacchi di vernice, bolle, crepe, affioramento di ruggine su teste e dadi dei bulloni e sugli altri elementi del collegamento.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Corrosione degli elementi del giunto

### **Corrosione del materiale**

Deterioramento dell'acciaio con formazione di ruggine e continua sfaldatura; relativa riduzione della sezione resistente.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Deterioramento dell'acciaio

### **Cricche**

Sottili fessure che si originano nella zona fusa o nella zona alterata a seguito del raffreddamento della saldatura. Le cricche possono ingrandirsi nel tempo, a seconda delle condizioni di esercizio e delle caratteristiche iniziali, portando alla rottura del giunto.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Sottili fessure che si originano nella zona fusa o nella zona alterata

### **Deformazioni**

Variazioni geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi strutturali, accompagnate spesso dalla perdita delle caratteristiche di resistenza e stabilità degli elementi stessi.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Variazioni geometriche e/o morfologiche degli elementi strutturali

### **Grippaggio**

Blocco dei vincoli di tipo mobile, come apparecchi di appoggio o giunti di dilatazione, con conseguente diminuzione della capacità portante della struttura e danneggiamento delle sottostrutture.

#### ***Segni più evidenti anomalia***

Blocco dei vincoli di tipo mobile

### **Imbozzamento**

Corrugamento dell'anima dei profilati accompagnato dalla perdita di resistenza e stabilità degli elementi stessi.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Corrugamento dell'anima dei profilati

### **Inclusioni**

Difetti della zona fusa dovuti alla presenza, nel cordone di saldatura, di sostanze solide o gassose diverse dal metallo.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Difetti della zona fusa

### **Macchie di ruggine**

Presenza di macchie di ruggine in quantità inferiore allo 0,1% della superficie dell'elemento.

#### ***Segni più evidenti di anomalia***

Presenza di macchie di ruggine in quantità inferiore allo 0,1% della superficie dell'elemento.

### **Perdita della pretensione dei bulloni**

Allentamento del carico di precompressione imposto nei giunti con bulloni ad attrito (che può portare alla modificazione del modello statico adottato per la struttura)

#### ***Segni più evidenti di anomalia***



Allentamento del carico di precompressione imposto nei giunti con bulloni ad attrito.

**Stacchi di vernice**

Perdita di parti del rivestimento che ricopre la superficie.

***Segni più evidenti di anomalia***

Stacchi di vernice

**Strappi lamellari**

Sottili fessure nel materiale di base laminato che si manifestano quando esso è soggetto a tensioni di trazione perpendicolari al piano di laminazione dell'elemento, dovute al ritiro della saldatura.

***Segni più evidenti di anomalia***

Sottili fessure nel materiale di base laminato

**Crosta**

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

**Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

**Deposito superficiale**

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

**Disgregazione**

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

**Erosione superficiale**

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

**Esfoliazione**

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

**Macchie e graffi**

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

**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.

**Polverizzazione**

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

**Presenza di vegetazione**

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

***Controlli eseguibili da personale specializzato***

**Controllo ai raggi X**

Individuare eventuali difetti interni di un elemento o di una saldatura mediante l'utilizzo di raggi X generati da apposite apparecchiature radiogene: i difetti (cricche, inclusioni, mancanza di penetrazione etc.) appaiono come macchie più scure nella pellicola e vengono interpretati dal confronto con difetti campione, corrispondenti a standard radiografici regolamentari.

***Tipo controllo***

Controllo

*Categoria specialista* Specializzati vari

***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune

***Frequenza***

Quando necessario

**Controllo dei danni dopo evento imprevedibile**

Controllare l'eventuale comparsa di deformazioni inammissibili sulle strutture portanti ogni volta che si manifesti un evento non prevedibile (incendio, sisma, urto, cedimento fondazionale..)

***Tipo controllo***

Controllo a vista

***Categoria specialista***

Specializzati vari

***Risorse strumentali richieste***

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune

**Frequenza**

Quando necessario

**Controllo con ultrasuoni**

Individuare eventuali difetti interni di un elemento o di una saldatura mediante l'utilizzo di un sottile fascio di ultrasuoni emesso da una sonda ; la sonda viene appoggiata sulla superficie del pezzo da esaminare per trasmettervi una serie di impulsi ultrasonori che possono subire riflessioni contro ostacoli rappresentati da altre superfici del pezzo o da difetti.

**Tipo controllo**

Ispezione con apparecchiature

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Emettitore di ultrasuoni

**Frequenza**

Quando necessario

**Controllo con magnetoscopio**

Individuare eventuali difetti interni di elementi estrusi/stampati o di una saldatura mediante l'utilizzo di due poli portatili; i poli messi a contatto col pezzo creano un campo elettromagnetico che con l'ausilio di polveri magnetizzabili consente di svelare la presenza di difetti prossimi alla superficie.

**Tipo controllo**

Ispezione con apparecchiature

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Attrezzi manuali di uso comune
- Poli portatili
- Polveri magnetizzabili
- Dispositivi di protezione individuale

**Frequenza**

Quando necessario

**Controllo con liquidi penetranti**

Individuare eventuali difetti interni di un elemento o di una saldatura mediante l'utilizzo di liquidi penetranti che, grazie alla loro bassa tensione superficiale, sono capaci di penetrare entro cricche molto strette, invisibili ad occhio nudo; i difetti vengono messi in evidenza mediante un leggero strato di liquido rivelatore applicato successivamente nella zona.

**Tipo controllo**

Ispezione con apparecchiature

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Liquidi penetranti

**Frequenza**

Quando necessario

**Controllo del film protettivo**

In particolari zone di degrado individuate dall'esame visivo è consigliabile procedere alla verifica dello spessore del film protettivo mediante opportuno strumento elettronico.

**Tipo controllo**

Ispezione con apparecchiature

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisoriale
- Spessimetro

**Frequenza**

Quando necessario

**Controllo della struttura**

Controllare periodicamente l'integrità delle strutture e il grado di protezione della superficie metallica, con riferimento ad eventuali scolorimenti, stacchi di vernice, crepe, bolle, affioramenti di ruggine, soprattutto nei collegamenti. Si dovrà fare particolare attenzione alle zone dove possono esserci ristagni d'acqua e alle zone maggiormente esposte agli agenti atmosferici.

**Tipo controllo**

Controllo a vista

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Annuale

**Controllo degli apparecchi di appoggio**

Controllare gli apparecchi di appoggio e i giunti di dilatazione con particolare attenzione alla presenza di ruggine, di polvere o di eventuali cedimenti locali.

**Tipo controllo**

Controllo a vista

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quinquennale

**Controllo delle saldature**

Controllare la saldature ad occhio nudo (metodo diretto) o con l'ausilio di lenti, fibroscopi, endoscopi (metodo remoto), con particolare riferimento a quelle con conformazione o in posizione tale da facilitare la corrosione e a quelle dei giunti sottoposti a fatica.

**Tipo controllo**

Controllo a vista

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Lenti
- Endoscopio
- Fibroscopio
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quinquennale

**Controllo del serraggio dei bulloni**

Controllare il preserraggio dei bulloni con chiave dinamometrica, utilizzando i due metodi consigliati dalla normativa italiana.

**Tipo controllo**

Ispezione con apparecchiature

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Chiave dinamometrica
- Opere provvisionali

**Frequenza**

Quinquennale

### **Controllo in stabilimento di produzione**

La normativa italiana D.M. 14.01.2008 prevede il controllo in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione. I lotti di produzione si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate. controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

#### **Tipo controllo**

Controllo con apparecchiature

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Controllo nei centri di trasformazione**

La normativa italiana D.M. 14.01.2008 prevede il controllo nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture. Le forniture sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### **Tipo controllo**

Controllo con apparecchiature

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Controllo di accettazione in cantiere.**

La normativa italiana D.M. 14.01.2008 prevede il controllo di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione. I lotti di spedizione sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### **Tipo controllo**

Controllo con apparecchiature

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Controllo del prodotto qualificato tramite la marchiatura.**

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

#### **Tipo controllo**

Controllo a vista

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Frequenza**

Quando necessario

## **Interventi eseguibili da personale specializzato**

### **Rinforzo locale delle sezioni indebolite**

Intervento sulla struttura con piastre e profili, riportati e saldati sugli elementi indeboliti, per rinforzare la sezione e il momento di inerzia secondo calcoli elaborati da uno specialista.

#### **Tipo controllo**

Consolidamento

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisorie

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Ripristino dell'apparecchiatura di appoggio**

Estrazione dell'apparecchio di appoggio dalla sua sede mediante l'uso di martinetti; trasferimento del carico su un appoggio provvisorio; pulizia dell'apparecchio con eventuale sostituzione del foglio di teflon e riposizionamento nella sede originaria.

#### **Tipo controllo**

Riparazione

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisoriale
- Martinetto idraulico

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Sabbiatura**

La sabbiatura per via umida consente l'asportazione completa della ruggine e di tutte le tracce di vecchie pitture, riducendo al minimo la produzione di polvere grazie all'introduzione di acqua nella corrente abrasiva.

#### **Tipo controllo**

Sabbiatura

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Sabbiatrice
- Sabbia

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Esecuzione della nuova saldatura**

Eliminazione della vecchia saldatura mediante elettrodo scriccatore fino a rimuovere completamente la zona difettosa; controllo dei lembi con liquidi penetranti, saldatura e controllo finale con liquidi penetranti.

#### **Tipo controllo**

Sostituzione

#### **Categoria specialista**

Saldatore

#### **Risorse strumentali richieste**

- Attrezzi manuali di uso comune
- Elettrodo scriccatore
- Elettrodo per saldatura
- Liquidi penetranti
- Dispositivi di protezione individuale

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Sostituzione e preserraggio dei bulloni**

Sostituzione dei bulloni nei giunti ad attrito e serraggio equivalente a quello di progetto.

#### **Tipo controllo**

Sostituzione

#### **Categoria specialista**

Specializzati vari

#### **Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Chiave dinamometrica

#### **Frequenza**

Quando necessario

### **Sostituzione degli elementi del giunto**

Sostituzione di lamiere, dadi, bulloni, rosette danneggiati con elementi della stessa classe e tipo e applicazione della protezione antiruggine.

#### **Tipo controllo**

Sostituzione

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisoriale
- Chiave dinamometrica
- Pittura antiruggine

**Frequenza**

Quando necessario

**Sostituzione dell'elemento**

Sostituzione degli elementi usurati, rotti o con deformazioni eccessive con altri analoghi assicurando durante l'operazione la stabilità sia globale sia dei singoli elementi della struttura. Sostituzione e verifica dei relativi collegamenti.

**Tipo controllo**

Sostituzione

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisoriale

**Frequenza**

Quando necessario

**Pulizia meccanica delle superfici**

Attraverso l'uso delle risorse necessarie, previo eventuale sgrassaggio con solventi, si pulisce la superficie da scaglie di ruggine, pittura in fase di distacco e incrostazioni di varia natura.

**Tipo controllo**

Pulizia

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**- Dispositivi di protezione individuale

- Attrezzi manuali di uso comune
- Spazzola metallica
- Solventi
- Mole abrasive meccaniche

**Frequenza**

Decennale

**Pulizia manuale delle superfici**

Attraverso l'uso delle risorse necessarie, previo eventuale sgrassaggio con solventi, si pulisce la superficie dell'elemento e dei bulloni da scaglie di ruggine, pittura in fase di distacco e incrostazioni di varia natura. Normalmente la pulizia manuale viene usata negli interventi di manutenzione in zone inaccessibili con mezzi meccanici.

**Tipo controllo**

Pulizia

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Solventi
- Opere provvisoriale

**Frequenza**

Decennale

**Ripristino della protezione superficiale antiruggine**

Rifacimento integrale della protezione antiruggine. Le superfici, prima della pitturazione, devono essere opportunamente pulite per costituire un buon supporto per gli strati protettivi mediante pulizia manuale, pulizia meccanica, sabbiatura, decapaggio. La scelta del tipo di pulizia dipende dalle condizioni iniziali della superficie, dal tipo di rivestimento che si vuole adottare e dall'ambiente in cui si esegue la pulizia. Segue la pulizia il ciclo protettivo vero e proprio, scelto in base all'aggressività dell'ambiente e normalmente composto da: uno o due strati di fondo (strato antiruggine), uno strato intermedio di collegamento (facoltativo), uno o

più strati di copertura (strato protettivo).

**Tipo controllo**

Sostituzione

**Categoria specialista**

Specializzati vari

**Risorse strumentali richieste**

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Vernice protettiva
- Pittura antiruggine
- Opere provvisoriale

**Frequenza**

Decennale

## **Requisiti / Prestazioni**

### **Manutenibilità**

#### **Sostituibilità**

Idoneità a consentire la collocazione di elementi tecnici nuovi al posto di quelli danneggiati.

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Gli elementi costituenti le strutture in acciaio devono essere facilmente sostituibili; a tal fine è opportuno che i materiali impiegati rispettino le dimensioni geometriche stabilite dalle norme UNI.

#### **Livelli minimi ammissibili**

Il livello minimo prestazionale richiesto agli elementi è legato alla possibilità di effettuare sostituzioni con facilità, senza creare pregiudizio all'intero sistema; a tal fine gli elementi utilizzati, oltre a rispondere a quanto stabilito nelle prescrizioni progettuali, devono essere di comune diffusione sul mercato nazionale. In particolare è opportuno che gli elementi rispettino le dimensioni e le tolleranze stabilite dalle norme UNI per il tipo di prodotto utilizzato.

### **Resistenza agli agenti chimici e biologici**

#### **Resistenza agli agenti aggressivi**

Capacità di non subire gli effetti dovuti all'azione di agenti aggressivi chimici, quali disgregazioni e mutamenti di aspetto.

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Le strutture in acciaio devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti aggressivi presenti nell'ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

#### **Livelli minimi ammissibili**

Le strutture in acciaio, sotto l'azione di agenti aggressivi presenti in atmosfera, nel suolo e in acqua, non devono subire variazioni delle caratteristiche funzionali e morfologiche; a questo scopo è necessario prevedere una adeguata protezione nei confronti della corrosione. I livelli minimi variano in funzione del tipo di rivestimento protettivo adottato; infatti vi sono diversi modi per proteggere le strutture di acciaio dalla corrosione: la norma ISO 12944/01 tratta la protezione mediante verniciatura e si riferisce a lavori sia nuovi, sia di manutenzione, mentre la norma UNI EN ISO 14713/01 fornisce raccomandazioni generali sulla protezione dalla corrosione mediante rivestimenti di zinco o alluminio.

#### **Stabilità chimico-reattiva**

Capacità degli elementi di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Le strutture in acciaio devono essere realizzate con materiali che conservino inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. A questo scopo bisogna tener conto degli eventuali fenomeni chimico-fisici che possono svilupparsi tra i diversi materiali a contatto.

#### **Livelli minimi ammissibili**

I livelli minimi variano in funzione del tipo di rivestimento protettivo adottato per gli elementi strutturali e della loro compatibilità chimico-fisica stabilita dalle norme vigenti. E' opportuno evitare contatti diretti tra materiali che possono dar luogo a corrosione elettrolitica (acciaio e zinco, acciaio e alluminio) e il contatto diretto fra l'acciaio ed alcuni materiali aggressivi come il gesso.

### **Contenimento delle dispersioni elettriche**

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

#### **Principali requisiti / prestazioni**

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

### ***Livelli minimi ammissibili***

Essi variano in funzione delle modalità di progetto.

### ***Resistenza meccanica***

#### **Resistenza meccanica**

Capacità di resistere ai carichi e sovraccarichi, in tutte le condizioni di esercizio, nonché ai fenomeni dinamici, nel rispetto del coefficiente di sicurezza, senza deformazioni o fessurazioni inammissibili.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio devono assicurare stabilità e resistenza sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali, nel rispetto di tutta la specifica normativa vigente in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati..

### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture in acciaio devono garantire stabilità e resistenza sotto l'effetto di qualsiasi carico ad esse applicato; per quello che riguarda i livelli minimi prestazionali si deve fare riferimento alle leggi e alle normative vigenti in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati. In particolare per il calcolo dei carichi agenti si può fare riferimento all'Eurocodice 1 (UNI ENV 1991-1/96; UNI ENV 1991-2-1/96; UNI ENV 1991-2-5/01) o alle prescrizioni italiane riportate nel D.M. 14.01.2008 e nella C.M. LL.PP. 2.02.2009, mentre le prescrizioni e le limitazioni relative al calcolo, alla progettazione e all'esecuzione delle strutture sono riportate nella norma CNR UNI 10011 "Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione". Inoltre esistono una serie di norme tecniche volontarie, costituite in particolar modo da norme europee, che riguardano principalmente la progettazione, ma contengono anche indicazioni di tipo esecutivo: fra questa l'Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture di acciaio" (UNI ENV 1993-1-1/94; UNI ENV 1993-1-2/98; UNI ENV 1993-1-3/00; UNI ENV 1993-1-4/99; UNI ENV 1993-1-5/01).

### ***Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno***

#### **Anigroscopicità**

Capacità degli elementi di non essere soggetti a mutamenti di dimensione, comportamento e morfologia in seguito all'assorbimento e/o al contatto con acqua.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Gli elementi costruttivi delle strutture in acciaio devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture in acciaio, nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina, non devono subire diminuzioni delle caratteristiche chimico-fisiche, strutturali e funzionali. I valori minimi di resistenza all'acqua dipendono dal tipo di rivestimento protettivo adottato per gli elementi strutturali .

### ***Sicurezza in caso d'incendio***

#### **Resistenza al fuoco**

Capacità degli elementi di resistere al fuoco per un tempo determinato senza subire deformazioni incompatibili con la loro funzione strutturale e di compartimentazione, in modo da garantire l'incolumità degli occupanti.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio, in caso di incendio, devono assicurare una resistenza al fuoco per un determinato numero di minuti non inferiore a quella determinabile in funzione del carico incendio della struttura. La prestazione richiesta (indice REI, D.M 30.12.1993) per il tempo determinato (da 15 a 180 minuti primi) è data dalla combinazione: R (stabilità) : attitudine a conservare la resistenza meccanica; E (tenuta) :attitudine a non produrre e a non consentire il passaggio di vapori, fiamme e gas sul lato non esposto; I (isolamento) : attitudine a contenere entro un determinato limite (150) la temperatura sul lato non esposto.

### ***Livelli minimi ammissibili***

I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento costruttivo variano in funzione del tipo di edificio, come specificato nella tabella riportata nel D.M 30.11.1983. La prestazione richiesta viene valutata attraverso l'indice REI:

- Abitazioni, conventi, palestre, edifici industriali monopiano Classe REI 30
- Caserme, bar, tipografie Classe REI 60
- Collegi, case per anziani, carceri, alberghi, uffici, ospedali, scuole, cinema, ristoranti, negozi Classe REI 90
- Supermercati, magazzini, Edifici industriali con prodotti infiammabili Classe REI 120

La resistenza al fuoco delle strutture di acciaio può essere valutata con la C.M. 14.9.1961 n.91, che indica i metodi di prova sperimentali e gli spessori dei materiali protettivi idonei a garantire le varie resistenze R, oppure tramite un metodo analitico di calcolo riportato nella norma UNI 9503.



## **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE - PRESTAZIONI**

## **SISTEMA STRUTTURALE**

### **Strutture in c.a. gettate in opera**

#### **Fondazioni, elevazioni e orizzontamenti in c.a.**

La fondazione su plinti, platee o cordoli in c.a. continui, viene utilizzata per edifici a struttura in c.a. o in acciaio quando il terreno resistente è poco profondo e ha una resistenza tale da consentire la ripartizione del carico concentrato trasmesso dai pilastri su una ristretta superficie o da opere continue come muri di cantina. I plinti per le strutture in c.a. hanno forma parallelepipedica o tronco-piramidale e possono essere armati oppure no (è comunque prevista un'armatura di ferri di piccolo diametro alla base del plinto inerte) mentre per le strutture in acciaio si utilizzano plinti formati da una parte in acciaio, collegata al pilastro (piastra di base), e da una parte in cls, armato o no, poggiante sul terreno (dado). Viene realizzato, sotto la fondazione, uno strato (solitamente di 10 cm) di magrone, realizzato con cls a basso dosaggio, per livellare il piano di appoggio e per evitare il contatto fra l'armatura e il suolo.

Si definiscono strutture di elevazione in c.a. gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno. Le strutture verticali sono costituite dagli elementi tecnici con funzione di sostenere i carichi agenti, trasmettendoli verticalmente ad altre parti aventi funzione strutturale e ad esse collegate. Le strutture di elevazione verticali a loro volta possono essere suddivise in: strutture a telaio; strutture ad arco; strutture a pareti portanti. I pilastri in c.a. sono strutture verticali portanti con rapporto tra i lati inferiori a 3. Le strutture orizzontali o inclinate sono costituite dagli elementi tecnici con funzione di sostenere orizzontalmente i carichi agenti, trasmettendoli ad altre parti strutturali ad esse collegate. Le strutture di elevazione orizzontali o inclinate a loro volta possono essere suddivise in: strutture per impalcati piani; strutture per coperture inclinate. Le travi sono strutture orizzontali o inclinate che trasferiscono i carichi dei solai a pilastri o pareti.

#### ***Requisiti / Prestazioni***

##### ***Adattabilità delle finiture***

##### **Regolarità geometrica**

Capacità di soddisfare le esigenze estetiche e funzionali di planarità e assenza di difetti superficiali.

##### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture di elevazione non devono presentare macchie, gobbe, crateri, fessure, distacchi, scostamenti locali dal piano teorico.

##### ***Livelli minimi ammissibili***

I livelli minimi variano in funzione delle esigenze, delle caratteristiche e dell'importanza dell'opera.

##### ***Resistenza agli agenti chimici e biologici***

##### **Resistenza agli agenti aggressivi**

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

##### ***Principali requisiti / prestazioni***

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

##### ***Livelli minimi ammissibili***

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature. Per consentire un omogeneo getto

del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati. Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo. Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...). A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

### **Resistenza al gelo**

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

### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in elevazione dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

### ***Livelli minimi ammissibili***

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

### **Resistenza meccanica**

#### **Resistenza meccanica**

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

### ***Principali requisiti / prestazioni***

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

### ***Livelli minimi ammissibili***

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

### **Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno**

#### **Resistenza al vento**

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

### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture di elevazione devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal , dal D.M. 14.1.2008, dalla - CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (che dividono convenzionalmente il territorio italiano in nove zone), tenendo conto dell'altezza della struttura e del tipo di esposizione.

### ***Livelli minimi ammissibili***

I valori minimi variano in funzione del tipo di struttura in riferimento ai seguenti parametri dettati dal D.M. 14.01.2008 e dalla CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni'.

### **Anigroscopicità**

Capacità degli elementi di non essere soggetti a mutamenti di dimensione, comportamento e morfologia in

seguito all'assorbimento e/o al contatto con acqua.

### ***Principali requisiti / prestazioni***

Gli elementi costruttivi delle strutture in elevazione in c.a. devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture di elevazione non devono essere soggette a cambiamenti chimico- fisici, strutturali o funzionali nel caso in cui vengano a contatto o assorbano acqua piovana, di falda o marina. I livelli minimi prestazionali variano in funzione delle caratteristiche del materiale impiegato e dell'origine e composizione dell'acqua. Per caratterizzare il livello minimo di resistenza all'acqua di un'opera in cls si può riferimento alla norma UNI 8981-3/99 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti" e alla norma UNI 8981-6/99 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza all'acqua di mare". Entrambe le norme forniscono un criterio per valutare il grado di aggressività dell'acqua (mediante classi di aggressività) ed indica i provvedimenti da adottare per prevenire l'attacco o almeno ridurre i conseguenti effetti dannosi (utilizzo di calcestruzzo compatto e poco permeabile confezionato con una corretta combinazione dei seguenti fattori: composizione del calcestruzzo, tipo di cemento, ridotto rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento sufficientemente elevato, elevata lavorabilità ).

### ***Sicurezza in caso d'incendio***

#### **Resistenza al fuoco**

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

### ***Principali requisiti / prestazioni***

Gli elementi delle strutture in elevazione devono presentare una resistenza al fuoco (REI) non inferiore a quello determinabile in funzione del carico d'incendio, secondo le modalità specificate nella C.M. dell'Interno 14.9.1961 n.91.

### ***Livelli minimi ammissibili***

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

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

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

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

## **SISTEMA STRUTTURALE**

### **Strutture in acciaio**

Le strutture in acciaio sono generalmente telai spaziali di sezione standard o personalizzate unite tra loro con giunti bullonati o saldati aventi funzione di sostenere i carichi agenti sul sistema edilizio e di trasmetterli alle strutture di fondazione.

#### **Travi**

Le strutture in acciaio sono costituite dagli elementi tecnici (travi, pilastri e controventi) aventi funzione di sostenere i carichi agenti sul sistema edilizio e di trasmetterli alle strutture di elevazione verticali. Essa è data da profilati d'acciaio di vario tipo (angolari, profili omega, profili a C e a doppio T; ecc.) disposti a secondo della geometria e struttura della copertura. In genere gli angolari, gli omega sono usati anche come arcarecci di supporto al manto di copertura. I profili in acciaio a C e a doppio T sono utilizzati come travi. I profili maggiormente utilizzati sono quelli a doppio T ad ali parallele, ottenuti direttamente per laminazione (travi IPE e travi HE), o mediante saldature di lamiere a caldo e profilati nelle sezioni composte.

### ***Requisiti / Prestazioni***

#### ***Manutenibilità***

##### **Sostituibilità**

Idoneità a consentire la collocazione di elementi tecnici nuovi al posto di quelli danneggiati.

##### ***Principali requisiti / prestazioni***

Gli elementi costituenti le strutture in acciaio devono essere facilmente sostituibili; a tal fine è opportuno che i materiali impiegati rispettino le dimensioni geometriche stabilite dalle norme UNI.

*Livelli minimi ammissibili* Il livello minimo prestazionale richiesto agli elementi è legato alla

possibilità di effettuare sostituzioni con facilità, senza creare

pregiudizio all'intero sistema; a tal fine gli elementi utilizzati, oltre a

rispondere a quanto stabilito nelle prescrizioni progettuali, devono

essere di comune diffusione sul mercato nazionale. In particolare è

opportuno che gli elementi rispettino le dimensioni e le tolleranze

stabilite dalle norme UNI per il tipo di prodotto utilizzato.

##### ***Resistenza agli agenti chimici e biologici***

##### **Resistenza agli agenti aggressivi**

Capacità di non subire gli effetti dovuti all'azione di agenti aggressivi chimici, quali disgregazioni e mutamenti di aspetto.

##### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti aggressivi presenti nell'ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

##### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture in acciaio, sotto l'azione di agenti aggressivi presenti in atmosfera, nel suolo e in acqua, non devono subire variazioni delle caratteristiche funzionali e morfologiche; a questo scopo è necessario prevedere una adeguata protezione nei confronti della corrosione. I livelli minimi variano in funzione del tipo di rivestimento protettivo adottato; infatti vi sono diversi modi per proteggere le strutture di acciaio dalla corrosione: la norma ISO 12944/01 tratta la protezione mediante verniciatura e si riferisce a lavori sia nuovi, sia di manutenzione, mentre la norma UNI EN ISO 14713/01 fornisce raccomandazioni generali sulla

protezione dalla corrosione mediante rivestimenti di zinco o alluminio.

### **Stabilità chimico-reattiva**

Capacità degli elementi di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio devono essere realizzate con materiali che conservino inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. A questo scopo bisogna tener conto degli eventuali fenomeni chimico-fisici che possono svilupparsi tra i diversi materiali a contatto.

#### ***Livelli minimi ammissibili***

I livelli minimi variano in funzione del tipo di rivestimento protettivo adottato per gli elementi strutturali e della loro compatibilità chimico-fisica stabilita dalle norme vigenti. E' opportuno evitare contatti diretti tra materiali che possono dar luogo a corrosione elettrolitica (acciaio e zinco, acciaio e alluminio) e il contatto diretto fra l'acciaio ed alcuni materiali aggressivi come il gesso.

### **Contenimento delle dispersioni elettriche**

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

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

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

#### ***Livelli minimi ammissibili***

Essi variano in funzione delle modalità di progetto.

### **Resistenza meccanica**

#### **Resistenza meccanica**

Capacità di resistere ai carichi e sovraccarichi, in tutte le condizioni di esercizio, nonché ai fenomeni dinamici, nel rispetto del coefficiente di sicurezza, senza deformazioni o fessurazioni inammissibili.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio devono assicurare stabilità e resistenza sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali, nel rispetto di tutta la specifica normativa vigente in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati..

#### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture in acciaio devono garantire stabilità e resistenza sotto l'effetto di qualsiasi carico ad esse applicato; per quello che riguarda i livelli minimi prestazionali si deve fare riferimento alle leggi e alle normative vigenti in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati. In particolare per il calcolo dei carichi agenti si può fare riferimento all'Eurocodice 1 (UNI ENV 1991-1/96; UNI ENV 1991-2-1/96; UNI ENV 1991-2-5/01) o alle prescrizioni italiane riportate nel D.M. 14.01.2008 e nella C.M. LL.PP. 2.02.2009, mentre le prescrizioni e le limitazioni relative al calcolo, alla progettazione e all'esecuzione delle strutture sono riportate nella norma CNR UNI 10011 "Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione". Inoltre esistono una serie di norme tecniche volontarie, costituite in particolar modo da norme europee, che riguardano principalmente la progettazione, ma contengono anche indicazioni di tipo esecutivo: fra questa l'Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture di acciaio" (UNI ENV 1993-1-1/94; UNI ENV 1993-1-2/98; UNI ENV 1993-1-3/00; UNI ENV 1993-1-4/99; UNI ENV 1993-1-5/01).

### **Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno**

#### **Anigroscopicità**

Capacità degli elementi di non essere soggetti a mutamenti di dimensione, comportamento e morfologia in seguito all'assorbimento e/o al contatto con acqua.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Gli elementi costruttivi delle strutture in acciaio devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture in acciaio, nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina, non devono subire diminuzioni delle caratteristiche chimico-fisiche, strutturali e funzionali. I valori minimi di resistenza all'acqua dipendono dal tipo di rivestimento protettivo adottato per gli elementi strutturali.

### ***Sicurezza in caso d'incendio***

#### **Resistenza al fuoco**

Capacità degli elementi di resistere al fuoco per un tempo determinato senza subire deformazioni incompatibili con la loro funzione strutturale e di compartimentazione, in modo da garantire l'incolumità degli occupanti.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio, in caso di incendio, devono assicurare una resistenza al fuoco per un determinato numero di minuti non inferiore a quella determinabile in funzione del carico incendio della struttura. La prestazione richiesta (indice REI, D.M 30.12.1993) per il tempo determinato (da 15 a 180 minuti primi) è data dalla combinazione: R (stabilità) : attitudine a conservare la resistenza meccanica; E (tenuta) :attitudine a non produrre e a non consentire il passaggio di vapori, fiamme e gas sul lato non esposto; I (isolamento) : attitudine a contenere entro un determinato limite (150) la temperatura sul lato non esposto.

### ***Livelli minimi ammissibili***

I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento costruttivo variano in funzione del tipo di edificio, come specificata nella tabella riportata nel D.M 30.11.1983. La prestazione richiesta viene valutata attraverso l'indice REI:

- Abitazioni, conventi, palestre, edifici industriali monopiano Classe

REI 30

- Caserme, bar, tipografie Classe REI 60

- Collegi, case per anziani, carceri, alberghi, uffici, ospedali, scuole, cinema, ristoranti, negozi Classe REI 90

- Supermercati, magazzini, Edifici industriali con prodotti infiammabili Classe REI 120

La resistenza al fuoco delle strutture di acciaio può essere valutata con la C.M. 14.9.1961 n.91, che indica i metodi di prova sperimentali e gli spessori dei materiali protettivi idonei a garantire le varie resistenze R, oppure tramite un metodo analitico di calcolo riportato nella norma UNI 9503.

### **Collegamenti**

Sistemi di unione, in quanto parti costituenti i collegamenti strutturali tra le membrature in acciaio. Le tipologie dei collegamenti sono Unioni saldate e Unioni bullonate. Le saldature si suddividono in due tipologie, nettamente differenti per comportamento e verifiche da effettuare: saldature a completa penetrazione e saldature a cordoni d'angolo. Mentre le unioni bullonate sono quelle realizzate tramite bulloni, chiodi e perni.

## ***Requisiti / Prestazioni***

### ***Manutenibilità***

#### **Sostituibilità**

Idoneità a consentire la collocazione di elementi tecnici nuovi al posto di quelli danneggiati.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Gli elementi costituenti le strutture in acciaio devono essere facilmente sostituibili; a tal fine è opportuno che i materiali impiegati rispettino le dimensioni geometriche stabilite dalle norme UNI.

### ***Livelli minimi ammissibili***

Il livello minimo prestazionale richiesto agli elementi è legato alla possibilità di effettuare sostituzioni con facilità, senza creare pregiudizio all'intero sistema; a tal fine gli elementi utilizzati, oltre a rispondere a quanto stabilito nelle prescrizioni progettuali, devono essere di comune diffusione sul mercato nazionale. In particolare è opportuno che gli elementi rispettino le dimensioni e le tolleranze stabilite dalle norme UNI per il

tipo di prodotto utilizzato.

### ***Resistenza agli agenti chimici e biologici***

#### **Resistenza agli agenti aggressivi**

Capacità di non subire gli effetti dovuti all'azione di agenti aggressivi chimici, quali disgregazioni e mutamenti di aspetto.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti aggressivi presenti nell'ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

#### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture in acciaio, sotto l'azione di agenti aggressivi presenti in atmosfera, nel suolo e in acqua, non devono subire variazioni delle caratteristiche funzionali e morfologiche; a questo scopo è necessario prevedere una adeguata protezione nei confronti della corrosione. I livelli minimi variano in funzione del tipo di rivestimento protettivo adottato; infatti vi sono diversi modi per proteggere le strutture di acciaio dalla corrosione: la norma ISO 12944/01 tratta la protezione mediante verniciatura e si riferisce a lavori sia nuovi, sia di manutenzione, mentre la norma UNI EN ISO 14713/01 fornisce raccomandazioni generali sulla protezione dalla corrosione mediante rivestimenti di zinco o alluminio.

#### **Stabilità chimico-reattiva**

Capacità degli elementi di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio devono essere realizzate con materiali che conservino inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. A questo scopo bisogna tener conto degli eventuali fenomeni chimico-fisici che possono svilupparsi tra i diversi materiali a contatto.

#### ***Livelli minimi ammissibili***

I livelli minimi variano in funzione del tipo di rivestimento protettivo adottato per gli elementi strutturali e della loro compatibilità chimico-fisica stabilita dalle norme vigenti. E' opportuno evitare contatti diretti tra materiali che possono dar luogo a corrosione elettrolitica (acciaio e zinco, acciaio e alluminio) e il contatto diretto fra l'acciaio ed alcuni materiali aggressivi come il gesso.

### ***Resistenza meccanica***

#### **Resistenza meccanica**

Capacità di resistere ai carichi e sovraccarichi, in tutte le condizioni di esercizio, nonché ai fenomeni dinamici, nel rispetto del coefficiente di sicurezza, senza deformazioni o fessurazioni inammissibili.

#### ***Principali requisiti / prestazioni***

Le strutture in acciaio devono assicurare stabilità e resistenza sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali, nel rispetto di tutta la specifica normativa vigente in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati..

#### ***Livelli minimi ammissibili***

Le strutture in acciaio devono garantire stabilità e resistenza sotto l'effetto di qualsiasi carico ad esse applicato; per quello che riguarda i livelli minimi prestazionali si deve fare riferimento alle leggi e alle normative vigenti in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati. In particolare per il calcolo dei carichi agenti si può fare riferimento all'Eurocodice 1 (UNI ENV 1991-1/96; UNI ENV 1991-2-1/96; UNI ENV 1991-2-5/01) o alle prescrizioni italiane riportate nel D.M. 14.01.2008 e nella C.M. LL.PP. 2.02.2009, mentre le prescrizioni e le limitazioni relative al calcolo, alla progettazione e all'esecuzione delle strutture sono riportate nella norma CNR UNI 10011 "Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione". Inoltre esistono una serie di norme tecniche volontarie, costituite in particolar modo da norme europee, che riguardano principalmente la progettazione, ma contengono anche indicazioni di tipo esecutivo: fra questa l'Eurocodice 3 " Progettazione delle strutture di acciaio" (UNI ENV 1993-1-1/94; UNI ENV 1993-1-2/98; UNI ENV 1993-1-3/00; UNI ENV 1993-1-4/99; UNI ENV 1993-1-5/01).



## **Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno**

### **Anigroscopicità**

Capacità degli elementi di non essere soggetti a mutamenti di dimensione, comportamento e morfologia in seguito all'assorbimento e/o al contatto con acqua.

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Gli elementi costruttivi delle strutture in acciaio devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

#### **Livelli minimi ammissibili**

Le strutture in acciaio, nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina, non devono subire diminuzioni delle caratteristiche chimico-fisiche, strutturali e funzionali. I valori minimi di resistenza all'acqua dipendono dal tipo di rivestimento protettivo adottato per gli elementi strutturali.

## **Sicurezza in caso d'incendio**

### **Resistenza al fuoco**

Capacità degli elementi di resistere al fuoco per un tempo determinato senza subire deformazioni incompatibili con la loro funzione strutturale e di compartimentazione, in modo da garantire l'incolumità degli occupanti.

#### **Principali requisiti / prestazioni**

Le strutture in acciaio, in caso di incendio, devono assicurare una resistenza al fuoco per un determinato numero di minuti non inferiore a quella determinabile in funzione del carico incendio della struttura. La prestazione richiesta (indice REI, D.M 30.12.1993) per il tempo determinato (da 15 a 180 minuti primi) è data dalla combinazione: R (stabilità) : attitudine a conservare la resistenza meccanica; E (tenuta) :attitudine a non produrre e a non consentire il passaggio di vapori, fiamme e gas sul lato non esposto; I (isolamento) : attitudine a contenere entro un determinato limite (150) la temperatura sul lato non esposto.

#### **Livelli minimi ammissibili**

I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento costruttivo variano in funzione del tipo di edificio, come specificato nella tabella riportata nel D.M 30.11.1983. La prestazione richiesta viene valutata attraverso l'indice REI:

- Abitazioni, conventi, palestre, edifici industriali monopiano Classe REI 30
- Caserme, bar, tipografie Classe REI 60
- Collegi, case per anziani, carceri, alberghi, uffici, ospedali, scuole, cinema, ristoranti, negozi Classe REI 90
- Supermercati, magazzini, Edifici industriali con prodotti infiammabili Classe REI 120

La resistenza al fuoco delle strutture di acciaio può essere valutata con la C.M. 14.9.1961 n.91, che indica i metodi di prova sperimentali e gli spessori dei materiali protettivi idonei a garantire le varie resistenze R, oppure tramite un metodo analitico di calcolo riportato nella norma UNI 9503.

## **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE - CONTROLLI**

## SISTEMA STRUTTURALE

### Strutture in c.a. gettate in opera

<i>Descrizione</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Operatore</i>	<i>Strategia di</i>	<i>Tipologia Manutenzione</i>
Controllo dell'aspetto della superficie	Annuale	Muratore	Manutenzione preventiva programmata	Controllo a vista
Controllo dei danni dopo evento imprevedibile	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Controllo a vista
Monitoraggio delle lesioni	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Ispezione con apparecchiature
Controllo dello stato del calcestruzzo	Annuale	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo a vista
Controllo struttura	Annuale	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Ispezione a vista
Carotaggio	Quinquennale	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature
Controllo della carbonatazione	Quando necessario	Tecnici di settore	Manutenzione a guasto	Controllo con apparecchiature
Indagine ultrasonica	Quinquennale	Tecnici di settore	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature
Prova sclerometrica	Quinquennale	Tecnici di settore	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature
Prova con pacometro	Quinquennale	Tecnici di settore	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature
Controllo dell'ossidazione delle armature	Quinquennale	Tecnici di settore	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature

## SISTEMA STRUTTURALE

### Strutture in acciaio

<i>Descrizione</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Operatore</i>	<i>Strategia di</i>	<i>Tipologia Manutenzione</i>
Controllo ai raggi X	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Controllo
Controllo dei danni dopo evento imprevedibile	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Controllo a vista
Controllo del film protettivo	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Ispezione con apparecchiature
Controllo con magnetoscopio	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Ispezione con apparecchiature
Controllo con liquidi penetranti	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Ispezione con apparecchiature
Controllo con ultrasuoni	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Ispezione con apparecchiature
Controllo del serraggio dei bulloni	Quinquennale	Specializzati vari	Manutenzione a guasto	Ispezione con apparecchiature
Controllo della struttura	Annuale	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo a vista
Controllo del prodotto qualificato tramite la marchiatura.	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo a vista
Controllo di accettazione in cantiere.	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature
Controllo nei centri di trasformazione	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature
Controllo in stabilimento di produzione	Quando necessario	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo con apparecchiature
Controllo delle saldature	Quinquennale	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo a vista
Controllo degli apparecchi di appoggio	Quinquennale	Specializzati vari	Manutenzione preventiva programmata	Controllo a vista