

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA NOMINALE  
DI 40.683,52 kWp  
"SALICE SANCHIRICO"

UBICATO NEL COMUNE DI SALICE SALENTINO (LE)

CODICE IDENTIFICATIVO PRATICA AU REGIONALE: T141QE2

Titolo Elaborato:

PIANO DI MANUTENZIONE DELLA STRUTTURA  
DELL'OPERA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO (MITE)

LIVELLO PROGETTAZIONE	TIPO DOCUMENTO	CODICE IDENTIFICATIVO	DATA	SCALA
PD	R	T141QE2_Stru_04	LUGLIO 2022	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	07/22	Prima emissione	Ing. Debora DELLEGROTTAGLIE	Ing. Debora DELLEGROTTAGLIE	Ing. Debora DELLEGROTTAGLIE

PROGETTAZIONE:

TECNICO:



*Ing. Debora DELLEGROTTAGLIE*  
*Ordine degli Ingegneri Provincia di Brindisi*  
*n.1814*



PROPONENTE:

TRINA SOLAR PAPIRO S.R.L.  
Piazza Borromeo, 14  
20123, Milano (MI) - Italy



## Sommario

1.	PREMESSA .....	3
1.1	GENERALITÀ .....	3
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	4
2.1	DESCRIZIONE DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI .....	4
2.2	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI DELLE CABINE CON DESTINAZIONE IMPIANTISTICA.....	5
2.3	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI DEL CANCELLO DI INGRESSO SITO .....	6
3.	MANUALE D'USO DELLE STRUTTURE DELL'OPERA .....	7
3.1	PARAMETRI FONDAMENTALI ALLA BASE DEL PROGETTO DELLE STRUTTURE DELL'OPERA .....	7
3.2	CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA DI RACCOLATA.....	7
3.3	CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE .....	7
3.4	CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA INVERTER.....	7
3.5	CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA LOCALE VIDEOSORVEGLIANZA .....	7
3.6	CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA .....	8
3.7	CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA MAGAZZINO .....	8
3.8	CARICHI DI PROGETTO SULLA STRUTTURA METALLICA.....	8
3.9	CARICHI DI PROGETTO SULLA TRAVE DI FONDAZIONE DEL CANCELLO .....	8
3.10	PRESCRIZIONI COMUNI PER TUTTE LE STRUTTURE DELL'OPERA .....	8
4.	MANUALE DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE DELL'OPERA .....	9
4.1	MANUALE DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE IN C.A. ....	9
4.1.1	<i>GENERALITÀ</i> .....	9
4.1.2	<i>LIEVI PATOLOGIE DELLA SUPERFICIE DI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. NON AFFETTI DA LESIONI O DA FENOMENI DEFORMATIVI</i> .....	9
4.1.3	<i>GRAVI PATOLOGIE DELLA SUPERFICIE DI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. NON AFFETTI DA LESIONI O DA FENOMENI DEFORMATIVI</i> .....	10
4.1.4	<i>GRAVI PATOLOGIE DI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. AFFETTI DA EVIDENTI LESIONI O FENOMENI DEFORMATIVI</i> .....	12
4.2	MANUALE DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE METALLICHE .....	13
4.2.1	<i>GENERALITÀ</i> .....	13
4.2.2	<i>CORROSIONE DELLE STRUTTURE METALLICHE</i> .....	13
4.2.3	<i>LACERAZIONI O DEFORMAZIONI ECCESSIVE NELLE STRUTTURE METALLICHE</i> .....	14
5.	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE DELL'OPERA.....	15
5.1	PROGRAMMA TEMPORALE DEI CONTROLLI .....	15
5.1.1	<i>GENERALITÀ</i> .....	15
5.1.2	<i>CONTROLLI DA EFFETTUARE OGNI ANNO</i> .....	15
5.1.3	<i>CONTROLLI DA EFFETTUARE OGNI DUE ANNI</i> .....	15

<b>5.1.4</b>	<b><i>CONTROLLI DA EFFETTUARE SOLO IN SITUAZIONI ECCEZIONALI</i></b> .....	<b>15</b>
<b>5.1.5</b>	<b><i>CONCLUSIONI</i></b> .....	<b>16</b>

## **1. PREMESSA**

### **1.1 GENERALITÀ**

Il presente documento costituisce il piano di manutenzione del progetto strutturale attinente alle opere realizzate nell’ambito dei lavori di costruzione di un impianto agrivoltaico, ubicato in agro di Salice Salentino (LE), denominato “SALICE SANCHIRICO” della potenza di 40.683,52 kWp e 40.000,00 kWp in immissione alla rete elettrica nazionale; questo sarà realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con una potenza di picco di 685 Wp.

Committente del progetto strutturale è l’attuale proprietario, ovvero la Società TRINA SOLAR PAPIRO S.R.L., con sede legale in Piazza Borromeo, 14-20123 Milano (MI) C.F. e P.I. 12202020967, in persona del Presidente del Consiglio di Amministrazione Lotti Leonardo, nato a Roma, il 13/03/1975, C.F. LTT LRD 75C13 H 501K.

Le opere descritte nei paragrafi successivi riguardano la progettazione della parte strutturale in acciaio, che costituisce il telaio strutturale di sostegno dei pannelli fotovoltaici, la progettazione degli elementi di fondazione per le cabine prefabbricate da installare all’interno del campo agrivoltaico e la progettazione delle opere di fondazione per gli elementi accessori quali il cancello d’ingresso al sito.

Il progetto strutturale, di cui il presente documento fa parte, è stato redatto in conformità alla normativa vigente in tale settore, ovvero il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, datato 17.01.2018, dal titolo “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” e la successiva Circolare Esplicativa del 21.01.2019, “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

## **2. DESCRIZIONE DELLE OPERE**

### **2.1 DESCRIZIONE DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI**

I pannelli utilizzati per la realizzazione dell'impianto agri-voltaico sono caratterizzati da dimensioni pari 2384 mm per 1303 mm, con uno spessore di 35 mm. Sono assemblati in macro-moduli da 96 pannelli, disposti lungo due file da 48 unità. La dimensione complessiva di ogni singolo modulo misura circa 64,00 ml di lunghezza per una larghezza di circa 5,00 ml.

I pannelli sono montati su telai metallici mobili, che con l'ausilio dei tracker conferiscono una rotazione completa ai moduli, da est a ovest, pari a 110°, con inclinazione massima rispetto l'orizzontale di  $\pm 55^\circ$ ; questi sono bloccati sul terreno mediante infissione di una serie di profili verticali in acciaio di grandi dimensioni.

Il campo agri-voltaico è costituito da una serie di strutture metalliche separate e indipendenti tra loro che si ripetono lungo tutta la superficie dell'impianto. Si descrive ora la geometria della struttura di sostegno di un singolo modulo: essa è costituita da n. 48 arcarecci con profilo tipo omega di dimensioni 120 x 60 x 30 x 5 mm (su cui verranno montati i pannelli fotovoltaici), con un interasse di 1303 mm.

Gli arcarecci sono collegati ad una trave scatolare di dimensioni 200 x 10 mm poggiata su pilastri IPE 360 infissi nel terreno (profondità variabile in funzione della morfologia del terreno). Su alcuni pilastri, sono montati dei bracci meccanici che permettono la rotazione dei pannelli.

I profili verticali presentano un interasse pari a 970 cm. Sono collegati tra loro con una trave principale realizzata con profilo scatolare a sezione quadrata "Q" sagomato a freddo di dimensione 200 x 10 mm, che risultaincastrata in testa alle colonne e due estremità a sbalzo.

Tutti gli elementi metallici sono realizzati con acciaio S275JR, compresi gli elementi di carpenteria per unioni e rinforzi. Per maggiori dettagli sulla geometria di tali elementi si possono invece consultare gli elaborati grafici che costituiscono l'oggetto dell'elaborato n. 6.

## **2.2 DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI DELLE CABINE CON DESTINAZIONE IMPIANTISTICA**

All'interno dell'impianto fotovoltaico sono presenti sei cabine. Si tratta in tutti i casi di manufatti cabinati a container, prodotti in serie.

Le cabine che verranno installate sono di sei tipologie:

- Cabina di raccolta con dimensioni in pianta pari a 12,40 x 2,50 m, altezza 2,48 m;
- Cabina di trasformazione con dimensioni in pianta pari a 4,70 x 2,50 m, altezza 2,76 m;
- Cabina inverter con dimensioni in pianta pari a 6,00 x 2,48 m, altezza 2,76 m;
- Cabina adibita a locale di videosorveglianza con dimensioni in pianta pari a 3,50 x 2,48 m, altezza 2,76 m;
- Cabina adibita a locale di alimentazione ausiliaria con dimensioni in pianta pari a 6,90 m x 2,48 m, altezza 2,66 m;
- Cabina adibita a magazzino con dimensioni in pianta pari a 5,90 x 4,40 m, altezza 2,96 m.

Tali cabine essendo elementi prefabbricati non sono oggetto di calcolo in questo progetto.

Di seguito si riportano i dettagli strutturali delle fondazioni di tali cabine, da realizzare in situ. Per la posa delle cabine si effettua uno scavo caratterizzato da una profondità circa pari a 100 cm (variabile a seconda dello spessore dello strato superficiale da valutare in situ al momento delle lavorazioni). Al di sotto della vera e propria fondazione, sarà eseguito uno spianamento effettuato con calcestruzzo di classe C12/15 caratterizzato da uno spessore pari a 10 cm. La fondazione su di esso sarà costituita da una soletta di base, con dimensioni pari a quella della rispettiva cabina, alta 15 cm, con copriferro pari a 4 cm e armata lungo la superficie superiore e inferiore con barre di diametro 12 mm ogni 20 cm nelle due direzioni. Su questa verranno posizionate le vasche di basamento prefabbricate in c.a., all'interno delle quali verranno allestite le predisposizioni impiantistiche. Tali vasche sono anch'esse fornite dal produttore della cabina.

Per maggiori dettagli sulla geometria di tali elementi si possono invece consultare gli elaborati grafici che costituiscono l'oggetto dell'elaborato n. 7.

### **2.3 DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI DEL CANCELLO DI INGRESSO SITO**

Come riportato nel layout generale, l'intera area di impianto sarà adeguatamente perimetrata tramite una recinzione costituita da reti in acciaio con pali di sostegno delle stesse. All'ingresso dell'impianto verrà realizzato un cancello a due ante in acciaio, realizzato con profilati zincati a caldo di adeguata sezione costituito da due montanti esterni ai quali verrà collegato. Le dimensioni del cancello sono di circa 4,75 m di lunghezza per 2,25 m di altezza circa. I montanti saranno costituiti da profili in acciaio a sezione scatolare di 150 x 150 mm e fissati alla base tramite un collegamento con tasselli meccanici e/o barre filettate annegate nella fondazione.

La fondazione, costituita da una trave a sezione rettangolare 50 x 50 cm armata con n. 4 barre diametro 14 mm inferiori e superiori, n.1 armatura di parete diametro 10 mm per lato e staffe a due bracci diametro 8 mm disposte con passo costante pari a 10 cm lungo tutto lo sviluppo della stessa.

Per maggiori dettagli sulla geometria di tali elementi si possono invece consultare gli elaborati grafici che costituiscono l'oggetto dell'elaborato n. 7.

### **3. MANUALE D'USO DELLE STRUTTURE DELL'OPERA**

#### **3.1 PARAMETRI FONDAMENTALI ALLA BASE DEL PROGETTO DELLE STRUTTURE DELL'OPERA**

Si elencano ora i parametri più significativi posti alla base del progetto strutturale, la cui conoscenza è fondamentale per un corretto uso dell'opera:

<u>Vita nominale delle strutture dell'opera:</u>	50 anni;
<u>classe d'uso dell'opera:</u>	II;
<u>valore del coefficiente d'uso:</u>	1,0;
<u>periodo di riferimento per l'azione sismica:</u>	50 anni;
<u>classe di esposizione delle strutture in c.a. dell'opera:</u>	XC2.

#### **3.2 CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA DI RACCOLATA**

<u>Carico permanente non strutturale, uniformemente distribuito:</u>	1200 daN/mq;
<u>carico variabile verticale uniformemente distribuito:</u>	100 daN/mq;

#### **3.3 CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE**

<u>Carico permanente non strutturale, uniformemente distribuito:</u>	1150 daN/mq;
<u>carico variabile verticale uniformemente distribuito:</u>	100 daN/mq;

#### **3.4 CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA INVERTER**

<u>Carico permanente non strutturale, uniformemente distribuito:</u>	1250 daN/mq;
<u>carico variabile verticale uniformemente distribuito:</u>	100 daN/mq;

#### **3.5 CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA LOCALE VIDEOSORVEGLIANZA**

<u>Carico permanente non strutturale, uniformemente distribuito:</u>	1100 daN/mq;
<u>carico variabile verticale uniformemente distribuito:</u>	100 daN/mq;

### **3.6 CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA**

Carico permanente non strutturale, uniformemente distribuito: 1150 daN/mq;

carico variabile verticale uniformemente distribuito: 100 daN/mq;

### **3.7 CARICHI DI PROGETTO SULLA PLATEA DELLA CABINA MAGAZZINO**

Carico permanente non strutturale, uniformemente distribuito: 1350 daN/mq;

carico variabile verticale uniformemente distribuito: 100 daN/mq;

### **3.8 CARICHI DI PROGETTO SULLA STRUTTURA METALLICA**

Carico permanente non strutturale, uniformemente distribuito: 15 daN/mq;

carico neve verticale uniformemente distribuito: 7 daN/mq;

carico vento uniformemente distribuito: 233 daN/mq;

### **3.9 CARICHI DI PROGETTO SULLA TRAVE DI FONDAZIONE DEL CANCELLO**

Carico puntuale permanente non strutturale: 450 daN;

Momento puntuale: 630 daNm;

I valori puntuali delle azioni derivano dallo scarico dei pilastri sulla trave di fondazione.

### **3.10 PRESCRIZIONI COMUNI PER TUTTE LE STRUTTURE DELL'OPERA**

È assolutamente vietata la manomissione pesante delle strutture principali delle cabine impiantistiche e dei telai metallici di sostegno dei pannelli fotovoltaici.

Possono invece essere ammessi interventi localizzati sugli orizzontamenti e sulle pareti delle cabine, spesso necessari per esigenze di natura impiantistica. In linea di principio può essere effettuato un foro verticale o orizzontale, a forma circolare, con diametro massimo di 4÷5 cm, o quadrato, con lato della stessa misura. Lo scasso deve essere posizionato in modo da evitare di tagliare le armature. È necessario interfacciarsi preventivamente con il progettista delle cabine in modo da ridurre al minimo gli effetti di tali aperture.

L'inserimento, all'intradosso degli orizzontamenti, di ganci, occhielli e di elementi di ancoraggio per carichi appesi di modestissima entità è, in genere, consentito. Sarebbe opportuno evitare di appendere questi elementi aggiuntivi nella mezzera del solaio di copertura delle cabine.

L'applicazione di carichi variabili concentrati, di entità maggiore rispetto a quelli previsti alla base del progetto, è consentita solo previa realizzazione di una struttura di ripartizione che deve essere oggetto di calcolo da parte di un tecnico qualificato. Il peso totale, opportunamente distribuito, deve, in ogni caso, essere inferiore al valore di progetto.

Nel corso della vita utile della struttura possono intervenire cambiamenti della destinazione d'uso dell'opera o comunque modifiche tali da determinare una variazione della classe di esposizione alle azioni ambientali. È chiaro che in questa nuova situazione i requisiti di durabilità non sarebbero più rispettati; diventa così indispensabile contattare un tecnico che dovrà valutare la necessità di eseguire un rivestimento protettivo che sia in grado di garantire la piena funzionalità dell'opera per la vita utile di progetto.

#### **4. MANUALE DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE DELL'OPERA**

##### **4.1 MANUALE DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE IN C.A.**

###### **4.1.1 Generalità**

Le patologie che possono caratterizzare una struttura in c.a. sono estremamente numerose; risulta pertanto difficile effettuare una catalogazione organica e descrivere contemporaneamente, per ognuna di esse, le modalità esecutive ottimali dell'intervento di restauro. Comunque si prova a fare un elenco delle problematiche più diffuse, fornendo solo alcuni consigli per l'ordinaria manutenzione. Qualora il problema riscontrato non sia tra quelli di seguito riportati e, sempre, in situazioni di particolari gravità, è indispensabile contattare un tecnico con buone conoscenze nel settore strutturale.

###### **4.1.2 *Lievi patologie della superficie di elementi strutturali in c.a. non affetti da lesioni o da fenomeni deformativi***

Rientrano in tale categoria le patologie della superficie delle strutture di calcestruzzo, armato e non, di seguito riportate: piccole scheggiature localizzate, bolle d'aria di modeste dimensioni, incrostazioni di natura chimica o biologica, variazioni di colore, accumulo di pulviscolo o di altri materiali incoerenti, effluorescenze saline, presenza di vernice, graffiti o comunque di sostanze in grado di penetrare all'interno del materiale. La mancanza di lesioni e di fenomeni deformativi è testimonianza della modesta entità dei difetti.

In questo caso l'intervento di manutenzione è abbastanza semplice. Bisogna innanzitutto pulire la superficie, preferibilmente mediante idropulitura o sabbiatura; quindi si deve procedere all'applicazione superficiale di prodotti a base di resine epossidiche o di malte cementizie tixotropiche, idonee per rasature millimetriche; questi materiali devono essere messi in opera su sottofondo bagnato a rifiuto, attraverso l'impiego di spatole; la finitura deve essere eseguita con un frattazzino di spugna.

La presenza di macchie di umidità deve essere valutata attentamente. In questo caso è fondamentale risalire all'origine del problema ed eliminarlo a monte. Solo quando si è certi di averlo risolto alla radice bisogna procedere all'applicazione di un trattamento protettivo idrorepellente sulla superficie del calcestruzzo.

#### ***4.1.3 Gravi patologie della superficie di elementi strutturali in c.a. non affetti da lesioni o da fenomeni deformativi***

Rientrano tra le gravi patologie superficiali di elementi in calcestruzzo armato non affetti da lesioni o da deformazioni evidenti, la presenza di macchie di ruggine, i nidi di ghiaia di dimensioni significative, i fenomeni di pop-out (formazione di piccoli crateri che emergono dalla superficie del manufatto), i rigonfiamenti localizzati, il distacco del calcestruzzo di copriferro ed altri meno comuni. In queste situazioni è sempre opportuno contattare un tecnico con buone conoscenze del calcestruzzo e, più in generale, nel settore strutturale. Solo in casi molto circoscritti e di modesta entità si può procedere autonomamente, secondo le linee guida che vengono di seguito fornite.

La presenza di macchie di ruggine può essere dovuta alla presenza di fili di ferro sulla superficie del calcestruzzo, oppure all'ossidazione delle barre di armatura.

Nel primo caso il problema è solo di natura estetica; può essere risolto attraverso un'idropulitura seguita dall'applicazione di malte cementizie tixotropiche idonee per rasature superficiali. Come già detto, questi materiali devono essere messi in opera su sottofondo bagnato a rifiuto, mediante l'impiego di spatole; la finitura deve essere eseguita con un frattazzino di spugna.

La comparsa di macchie di ruggine dovuta all'ossidazione delle barre di armatura rappresenta un problema ben più serio. Le cause di questo fenomeno sono diverse e spesso compartecipanti: l'insufficiente copriferro, la porosità del calcestruzzo e la presenza di microlesioni superficiali sono tutti fattori che contribuiscono in varia misura all'ammaloramento dell'armatura. Se le macchie sono

sporadiche e le lesioni quasi impercettibili si può effettuare il semplice rivestimento con malte cementizie tixotropiche appena descritto. In presenza di macchie molto estese, soprattutto se caratterizzate da uno sviluppo lineare, si deve procedere preventivamente alla rimozione dello strato corticale di calcestruzzo, alla spazzolatura delle barre fino alla messa a nudo dell'acciaio integro ed alla idropulitura della superficie esterna. Quindi si deve applicare un inibitore di corrosione sulle armature, dato in genere a pennello, e poi eseguire il rivestimento con una malta cementizia; la scelta del tipo di malta e la valutazione della necessità di applicare una rete sintetica di rinforzo strutturale dipendono dal tipo di intervento e non possono essere definite a priori.

I nidi di ghiaia nel calcestruzzo sono cavità irregolari, con gli inerti di diametro maggiore ben in evidenza, causate dalla disgregazione dei componenti in fase di getto. E' chiaro che si tratta di un difetto di esecuzione delle lavorazioni che doveva essere già sanato in cantiere. Per risolvere questo problema si deve far ricorso ad iniezioni di malte cementizie fluide o di composti a base epossidica, seguite dalla rasatura superficiale.

I fenomeni di pop-out, ovvero la formazione di protuberanze di modesta entità o di piccoli crateri che emergono dalla superficie del calcestruzzo, sono dovuti a reazioni chimiche indesiderate che si verificano dopo la fase di indurimento. Se la loro presenza è piuttosto diffusa si deve effettuare un'analisi di tipo chimico per individuare i composti che si sono formati in queste zone. Il ritrovamento di silicati di sodio e di potassio idrati sarebbe molto allarmante in quanto potrebbe essere dovuto all'innesco della temibile reazione alcali-silice. Ovviamente in quest'ultima malaugurata ipotesi è necessario un approfondimento delle indagini da affidare ad un tecnologo del calcestruzzo, oltre che ad un professionista esperto nel settore strutturale.

I rigonfiamenti localizzati possono essere dovuti sia all'innesco di reazioni chimiche indesiderate che all'ossidazione delle armature sottostanti; questa seconda situazione è spesso accompagnata dalla presenza di macchie di ruggine e dal distacco del calcestruzzo del copriferro, che può essere svelato dal rumore sordo provocato da lievi colpi di martello dati sulle protuberanze. Se la causa più probabile del rigonfiamento è di natura chimica si deve procedere come illustrato al punto precedente, ovvero effettuando un'analisi su piccoli campioni prelevati nella parte sommitale della protuberanza. In presenza invece di fenomeni di ossidazione delle armature bisogna procedere preventivamente alla rimozione dello strato corticale di calcestruzzo, alla spazzolatura delle barre fino alla messa a nudo dell'acciaio integro ed alla idropulitura della superficie esterna. Quindi si deve applicare un inibitore

di corrosione sulle armature, dato a pennello, e poi eseguire il rivestimento con una malta cementizia; la scelta del tipo di malta e la valutazione della necessità di applicare una rete sintetica di rinforzo strutturale dipendono dal tipo di intervento e non possono essere definite a priori.

Il distacco del calcestruzzo di copriferro è in generale dovuto, come nel caso appena illustrato, a fenomeni di ossidazione delle armature; talvolta interviene, come concausa, l'effetto del gelo che può provocare il distacco di uno o più strati superficiali, in genere paralleli tra loro (esfoliazione). Se il fenomeno è circoscritto si devono eseguire le operazioni, più volte descritte, che vengono di seguito riassunte: rimozione dello strato corticale di calcestruzzo, già in fase di distacco; spazzolatura delle barre; idropulitura della superficie; applicazione di un inibitore di corrosione sulle armature; rivestimento con idonea malta cementizia, eventualmente rinforzata con una rete sintetica strutturale. Qualora l'entità dell'ammaloramento sia significativa è sempre consigliato il ricorso alla consulenza di un tecnico con buone conoscenze nel settore strutturale e, in particolare, della tecnologia del calcestruzzo.

#### ***4.1.4 Gravi patologie di elementi strutturali in c.a. affetti da evidenti lesioni o fenomeni deformativi***

È estremamente difficile, se non proprio impossibile, effettuare una trattazione organica di tutte le situazioni in cui possono verificarsi fessurazioni o fenomeni deformativi, ben evidenti ad occhio nudo, negli elementi strutturali in calcestruzzo armato. In linea di principio si tratta di manifestazioni di uno stato di crisi strutturale che non dovrebbero verificarsi nel corso della vita utile dell'opera. Possono essere conseguenza di gravi manchevolezze esecutive, di un uso non corretto dell'edificio, oppure causate da eventi imprevedibili, quali cedimenti di fondazioni, azioni eccezionali (urti, esplosioni) o altro ancora. Quando non sono fenomeni localizzati, devono essere considerati veri e propri dissesti statici che possono assumere particolare gravità. In tali situazioni non può essere assolutamente descritta a priori una tecnica di intervento; di conseguenza, quando si riscontrano patologie di tale natura, si deve consultare sollecitamente un tecnico con profonde conoscenze nel settore strutturale.

## **4.2 MANUALE DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE METALLICHE**

### **4.2.1 Generalità**

Le patologie delle strutture metalliche sono in genere causate da reazioni chimiche indesiderate che portano alla corrosione degli elementi strutturali. Talvolta si possono anche verificare deformazioni o lacerazioni che rendono necessari gli interventi di manutenzione.

### **4.2.2 Corrosione delle strutture metalliche**

Le costruzioni metalliche sono quasi sistematicamente caratterizzate dal problema della corrosione che può essere più o meno aggressiva a seconda del metodo di protezione adottato e della natura dell'ambiente esterno. In generale, gli interventi di manutenzione assumono carattere localizzato e devono essere effettuati con metodologie differenti in funzione delle caratteristiche chimiche del materiale metallico e della tipologia della protezione superficiale, da definire in funzione della natura aggressiva dell'ambiente esterno.

In questa sede si prendono in esame solo le costruzioni in acciaio, visto che costituiscono la maggior parte delle opere metalliche; tale materiale può essere messo in opera con superficie grezza, zincata o verniciata. A seconda del tipo di finitura variano le operazioni da effettuarsi per l'intervento di manutenzione.

L'acciaio grezzo deve essere pulito mediante spazzolatura manuale o metallica; per gli elementi molto ammalorati si deve ricorrere alla sabbiatura. Il grado di preparazione delle superfici dipende dalle condizioni di esercizio previste, dal tipo di protezione che si intende applicare e dalla durata che si vuole raggiungere con l'intervento di manutenzione. Dopo aver completato le operazioni di pulitura si deve procedere all'applicazione di una mano di fondo antiruggine e, successivamente, dello strato di copertura. La composizione chimica di questi prodotti e le modalità di applicazione non possono essere definite a priori in quanto sono variabili in funzione dell'entità e della natura degli agenti aggressivi dell'ambiente esterno e della durata che deve essere garantita dall'intervento di manutenzione.

L'acciaio zincato deve essere invece pulito mediante lavaggio con soluzioni detergenti, in genere a base di ammoniacca, e successivo risciacquo. Talvolta, in presenza di fenomeni di corrosione particolarmente accentuati, può rendersi necessaria una leggera sabbiatura. Lo strato protettivo da

applicare sulla superficie esterna può essere costituito da una soluzione di zinco spruzzato a caldo, da una vernice ricca di zinco o ancora da una vernice a base di resina epossidica e polvere di zinco.

Se l'elemento metallico da sottoporre a manutenzione è già protetto da una verniciatura si deve preliminarmente verificare il grado di adesione al sottofondo della vecchia vernice. Quando si riscontra una buona aderenza si può procedere con un semplice lavaggio, effettuato con acqua e detergente, e con l'applicazione della nuova vernice protettiva; è sempre consigliata la verifica della compatibilità del nuovo prodotto con quello preesistente. Lo strato di vernice che invece non supera la prova di adesione deve essere rimosso mediante spazzolatura manuale o metallica; per gli elementi molto ammalorati e in situazioni di ambiente aggressivo è opportuno fare ricorso alla sabbiatura. Dopo aver completato le operazioni di pulitura si deve procedere all'applicazione di una mano di fondo antiruggine e, successivamente, dello strato di copertura. La composizione chimica di questi prodotti e le modalità di applicazione non possono essere definite a priori in quanto sono variabili in funzione dell'entità e della natura degli agenti aggressivi dell'ambiente esterno e della durata che deve essere garantita dall'intervento di manutenzione.

Nel corso della vita utile dell'opera non dovrebbero verificarsi fenomeni di corrosione di particolare gravità. Qualora però, per un uso improprio del fabbricato o per una non corretta esecuzione del trattamento protettivo in fase di costruzione, si dovesse riscontrare un degrado particolarmente accentuato e diffuso è sempre consigliato il ricorso ad un tecnico che abbia una buona esperienza nelle costruzioni metalliche oltre che dei trattamenti protettivi da effettuarsi sulle stesse. In tal caso, oltre ad effettuare l'intervento di manutenzione, si deve verificare l'idoneità statica della costruzione esistente; da tale controllo può scaturire la necessità di rinforzi strutturali che devono essere applicati, mediante saldatura o bullonatura, sugli elementi più ammalorati.

#### **4.2.3 *Lacerazioni o deformazioni eccessive nelle strutture metalliche***

Le lacerazioni o le deformazioni eccessive delle strutture metalliche non possono essere dovute al degrado del materiale ma solo a gravi manchevolezze costruttive, ad un uso non corretto dell'edificio, oppure ad eventi imprevedibili, quali cedimenti di fondazioni, azioni eccezionali (urti, esplosioni) o altro ancora. In queste situazioni, peraltro altamente improbabili, si deve sempre consultare un tecnico esperto nelle costruzioni metalliche.

## **5. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE DELL'OPERA**

### **5.1 PROGRAMMA TEMPORALE DEI CONTROLLI**

#### **5.1.1 Generalità**

Il controllo di tutte le parti dell'opera deve essere effettuato nel rispetto del programma temporale di seguito riportato.

#### **5.1.2 Controlli da effettuare ogni anno**

- Controllo della superficie esterna delle cabine per verificare l'eventuale presenza di lesioni o di fenomeni anomali.
- Controllo della verticalità dei pali in acciaio dei telai di sostegno infissi nel terreno.

#### **5.1.3 Controlli da effettuare ogni due anni**

- Controllo della perfetta integrità del marciapiede esterno delle cabine e della vasca di base in cui sono alloggiati i cavi impiantistici; ciò al fine di verificare che non si siano innescati cedimenti o svuotamenti nel terreno sottostante.

#### **5.1.4 Controlli da effettuare solo in situazioni eccezionali**

- Oltre alle ispezioni previste ai punti precedenti, vi sono circostanze particolari in cui, a prescindere dalle scadenze temporali, deve essere effettuato un accurato controllo. Le situazioni eccezionali cui si fa riferimento sono di seguito elencate: uragani, trombe d'aria, alluvioni o altri fenomeni atmosferici di estrema violenza; esplosioni; urti provocati da mezzi di trasporto, da macchinari di cantiere o da pesanti corpi caduti dall'alto; fenomeni franosi, sia naturali che conseguenti all'apertura di scavi di grandi dimensioni; terremoti; incendi. In tutte queste situazioni deve obbligatoriamente essere richiesta, da parte del proprietario, la verifica di un tecnico esperto nel settore strutturale. In genere è opportuno che la figura competente incaricata effettui una campagna di prove tese ad accertare l'idoneità statica dell'opera danneggiata dall'evento eccezionale. La perizia tecnica eseguita deve essere opportunamente firmata e depositata presso gli uffici competenti.

### 5.1.5 Conclusioni

Il proprietario delle opere deve dotarsi di un quaderno di manutenzione dove trascrivere il tipo dei controlli effettuati e le relative risultanze. Quando poi, in base all'esito delle ispezioni, si rende necessario l'intervento di manutenzione, da realizzare in conformità alle linee guida riportate al capitolo 3, bisognerà annotare sul quaderno tutte le operazioni effettuate.

Il progettista strutturale  
Ing. Debora DELLEGROTTAGLIE



Dott.ssa Ing.  
**Debora**  
N° 1814  
a) civile e  
ambientale

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LECCE