

# **RADIOTELESCOPIO “CROCE DEL NORD” DI MEDICINA (BO)**

## **ANTENNA RAMO EST/OVEST**



**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI  
INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI  
MANUTENZIONE DELL’ANTENNA RAMO EST/OVEST  
DEL RADIOTELESCOPIO “CROCE DEL NORD” DI MEDICINA (BO)**

Committente:

INAF-Istituto di Radioastronomia  
Via Piero Gobetti, 101 - 40129 Bologna

Tecnico incaricato:

Ing. Saverio Simonazzi  
Via Siepelunga, 12 – 40137 Bologna

Bologna, settembre 2022

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**INDICE**

1. PREMessa E OGGETTO DELLA RELAZIONE .....	2
2. DOCUMENTAZIONE TECNICA PREGRESSA E SOPRALLUOGHI.....	10
3. ACCERTAMENTI SULLO STATO DI FATTO: INDAGINI PRELIMINARI (PROVE NON DISTRUTTIVE).....	11
4. DIAGNOSI STATICA DELLO STATO ATTUALE DELLE STRUTTURE.....	15
5. DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI NECESSARI E DELLE PRESTAZIONI PROFESSIONALI .....	18
5.1 Premessa e obiettivi.....	18
5.2 Programma per le attività e le fasi generali d'intervento .....	19
5.3 Dettaglio programma delle fasi tecniche e degli interventi.....	21
5.4 Riferimenti normativi per gli interventi strutturali.....	27
6. DESCRIZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI PREVISTI SULLE STRUTTURE ESISTENTI.....	28
6.1 Ripristino del sistema movimentazione centine.....	28
6.2 Controlli strutture metalliche .....	28
6.3 Ripristini strutture metalliche.....	28
6.4 Ripristini fondazioni in c.a. ....	29
6.5 Trattamento di verniciatura strutture metalliche .....	30
7. ELENCO ALLEGATI.....	34
- Allegato 1: Relazione preliminare stato Radiotelescopio "Croce del Nord", maggio 2016 (redatta da INAF-IRA). ....	34
- Allegato 2.A: Indagini diagnostiche realizzate sugli elementi strutturali in calcestruzzo armato – relazione 34	
Allegato 2.B: Indagini diagnostiche realizzate sugli elementi strutturali in calcestruzzo armato – elaborato risultati.....	34
- Allegato 3: Relazione tecnica n° CND 22/511 (indagini a campione sulle giunzioni saldate delle strutture metalliche in elevazione) .....	34
- Allegato 4: Stima costi delle prestazioni e degli interventi necessari per il ripristino del corretto stato di manutenzione.....	34

# RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)

## 1. PREMESSA E OGGETTO DELLA RELAZIONE

La "Croce del Nord" è un radiotelescopio realizzato negli anni 60' nella pianura di Medicina (Bo), costituito da due rami, rispettivamente disposti in direzione Est/Ovest e Nord/Sud, come visibile nelle seguenti figure 1 e 2.

Oggetto della presente relazione è il ramo Est/Ovest dell'antenna, per il quale il sottoscritto ha ricevuto incarico dall'*INAF – Istituto di Radioastronomia* di redigere una relazione tecnico estimativa delle prestazioni e degli interventi necessari per il ripristino del corretto stato di manutenzione.

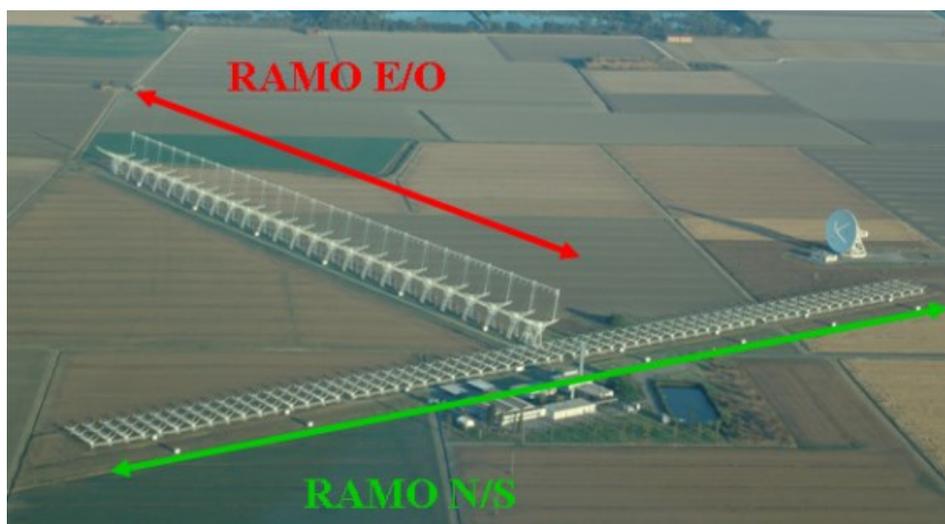


Figura 1: Visione d'assieme Radiotelescopio "Croce del Nord"



Figura 2: Visione d'assieme del ramo E/O

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

Il ramo Est/Ovest dell'antenna è composto da n. 25 centine (vedi figure 1 e 2):

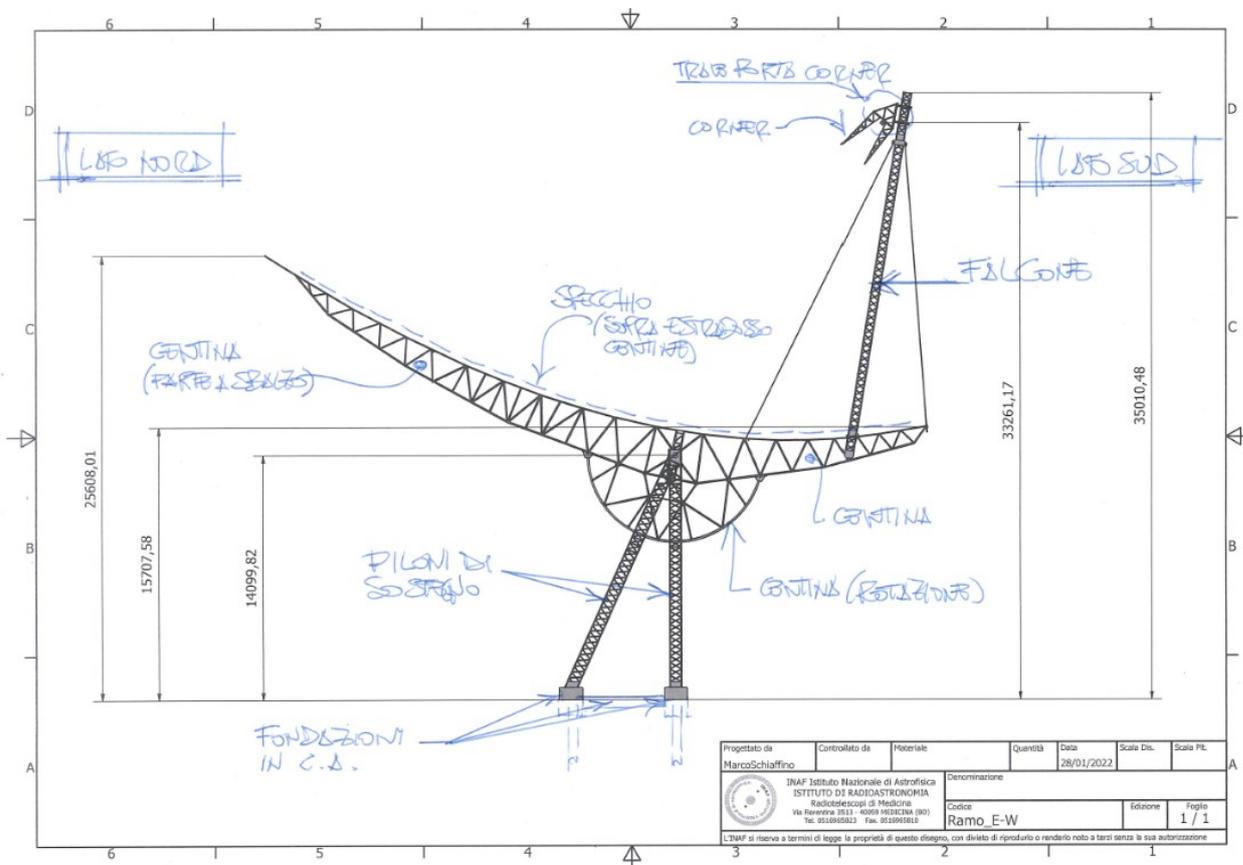
- 1 centina di ammarro (centina n. 1), con relativa "torre" di contrasto, posta all'estremità Ovest;
- 23 centine tipo (centine n. 2 – 24), intermedie;
- 1 centina di tensione (centina n. 25), con relativa "torre" di contrasto, posta all'estremità Est.

Ciascuna centina è composta dai seguenti elementi (vedi figura 3):

- fondazioni in c.a. (plinti su pali, con traversi di collegamento);
- piloni di sostegno, a struttura metallica come tutte quelle in elevazione;
- centine (mobili), in parte a sbalzo lato Sud (dove sono presenti i falconi) e in parte a sbalzo lato Nord, con al centro le strutture della zona di rotazione.

Sulla parte lato Sud delle centine sono presenti (vedi figura 3):

- i falconi, con relativi stralli (vincolati alle centine) e croci diagonali di controvento (longitudinali);
- la trave porta corner, che collega longitudinalmente le sommità dei falconi;
- i corner, sostenuti dalla suddetta trave, ai quali è collegata la linea focale dell'antenna.



**Figura 3: schema strutture del ramo E/O dell'antenna**

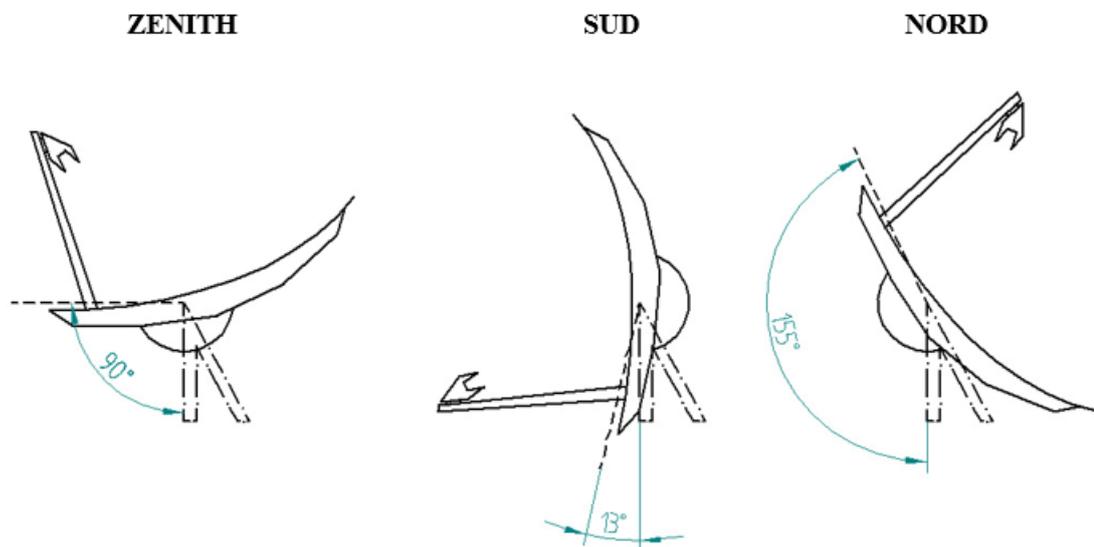
**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

Si precisa che il cilindro parabolico (centine e antenna) è previsto possa ruotare, rispetto alla posizione di Zenith, di  $77^\circ$  verso Sud ( $90^\circ - 13^\circ$ ) e di  $65^\circ$  verso Nord ( $155^\circ - 90^\circ$ ).

Nella seguente immagine sono riassunte tali possibili posizioni per il cilindro parabolico: allo Zenith, alla rotazione limite Sud (lato Sud abbassato), alla rotazione limite Nord (lato Nord abbassato).

Nello stato attuale il cilindro parabolico si trova nella posizione di zenith e i suddetti movimenti non sono possibili a causa del carente stato manutentivo dell'antenna.



**Figura 4: posizioni standard (Zenith) e limite (Sud e Nord) del cilindro parabolico dell'antenna**

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

Una descrizione più dettagliata delle strutture e delle componenti del radiotelescopio, delle problematiche riscontrate negli anni passati, dei controlli tecnici eseguiti nel tempo e dei lavori di manutenzione ordinaria eseguiti fino al 2013 (successivamente al 2013 non sono più stati eseguiti interventi di manutenzione) sono dettagliatamente descritti nel seguente documento, al quale si rimanda integralmente per quanto riguarda il ramo E/O in oggetto:

***Relazione preliminare stato Radiotelescopio "Croce del Nord", maggio 2016*** (redatta da INAF-IRA e riportata nell'ALLEGATO 1 alla presente relazione).

In particolare, tale relazione riporta:

- alle pagg. 6-8 una descrizione della struttura in esame;
- alle pagg. 9-13 una descrizione delle problematiche e danni presenti, riferite anche al ramo N-S dell'antenna (non oggetto della presente relazione); i principali danni strutturali derivanti dalla corrosione sono stati ad oggi ripristinati.
- alle pagg. 14-16 un riepilogo dei lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria eseguiti sulle antenne (rami E/O e N/S);
- nell'Allegato 1 (pagg. 7-20) un resoconto di sintesi delle analisi strutturali condotte dallo studio tecnico BCV nel 2006/07
- nell'Allegato 2 (pagg. 21-122) un resoconto di sintesi dei controlli non distruttivi svolti dall'Istituto Italiano della Saldatura, a seguito delle suddette analisi svolte da BCV.

Nelle seguenti foto (1-11) sono riportate significative immagini di quanto in oggetto.

In accordo con l'incarico ricevuto la presente relazione fornisce l'analisi tecnica degli interventi da effettuarsi e la valutazione economica preventiva delle lavorazioni e delle prestazioni professionali, nonché delle indagini e accertamenti necessari, al fine di raggiungere il corretto stato di manutenzione del ramo Est/Ovest del radiotelescopio. La stima economica è riportata nell'ALLEGATO 4.

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---



**Foto 1, 2, 3, 4, 5: immagini del cantiere costruzione Croce del Nord (ramo E/O) - 1962**

*Fonte: <https://www.ira.inaf.it/slide-story/62-inizio-lavori/index.html>*

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---



**Foto 6: inaugurazione Croce del Nord (ramo E/O) - 1964**

*Fonte <https://www.ira.inaf.it/slide-story/64-inaugura/index.html>*



**Foto 7: sopralluogo 08-07-2021**

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---



**Foto 8: sopralluogo 08-07-2021 (estremità Est)**



**Foto 9: sopralluogo 08-07-2021 (estremità Ovest)**

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---



**Foto 10: sopralluogo 08-07-2021 (centina intermedia)**



**Foto 11: sopralluogo 08-07-2021 (base tipica centine metalliche)**

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**2. DOCUMENTAZIONE TECNICA PREGRESSA E SOPRALLUOGHI**

È stata esaminata la documentazione tecnica pregressa fornita dal Committente.

In particolare:

- Ampia documentazione fotografica storica.
- Numerosi elaborati grafici con i disegni d'assieme e i particolari costruttivi dell'epoca di costruzione (1962-1964).
- Rapporti tecnici e corrispondenza in merito allo stato di conservazione e ai lavori di manutenzione delle strutture (in particolare anni '80 e '90).
- Documentazione tecnica descrittiva della "Analisi strutturale" eseguita dallo studio *BCV progetti s.r.l.* nel gennaio 2007.
- Report di verifica delle saldature effettuata da tecnici dell'*Istituto Italiano della Saldatura* nel settembre 2008.
- Relazione preliminare stato del Radiotelescopio "Croce del Nord" redatta nel maggio 2016 dall'*INAF - Istituto di Radioastronomia* e dall'*INAF - Istituto di Radioastronomia Noto*.

Nel luglio 2021 inoltre il sottoscritto ha eseguito un sopralluogo al radiotelescopio prendendo visione dell'intera struttura e del suo stato attuale di conservazione.

Sulla base di quanto accertato nel corso del suddetto sopralluogo e dell'esame della documentazione tecnica pregressa a disposizione, è stata definita una campagna di indagini preliminari (vedi seguente par. 3), in occasione della quale il sottoscritto ha effettuato sopralluoghi per ulteriore presa visione diretta delle strutture in esame. In particolare:

- sopralluogo in data 09/02/2022, in occasione dell'avvio delle indagini sulle strutture in c.a. di fondazione, con i tecnici di *SO.IN.G. Strutture e Ambiente s.r.l.*
- sopralluogo in data 16/02/2022, in occasione dell'avvio delle indagini sulle strutture metalliche in elevazione, con i tecnici di *Lambda CND s.r.l.*

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**3. ACCERTAMENTI SULLO STATO DI FATTO: INDAGINI PRELIMINARI (PROVE NON DISTRUTTIVE)**

Al fine di meglio determinare lo stato conservativo della struttura, sono state definite ed eseguite, sotto il controllo del sottoscritto, indagini preliminari mediante le prove non distruttive.

Le seguenti foto 12-17 sono rappresentative delle zone indagate (per maggiore dettaglio si vedano i report d'indagine allegati alla presente relazione).

Obiettivo di tali indagini, di seguito descritte, è quello di un generale accertamento dello stato di conservazione e/o degrado delle strutture esistenti, per poter stimare i costi di una successiva e più estesa campagna di indagini che consenta di acquisire le informazioni necessarie per lo sviluppo di una progettazione esecutiva degli interventi necessari per il ripristino del corretto stato di manutenzione delle strutture (in c.a. e metalliche) e della movimentazione in condizioni di sicurezza delle centine.

Nel dettaglio, sono state pianificate ed eseguite:

- 1) Indagini a campione sulle strutture in c.a. di fondazione (condotte da *So.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l.*, vedi report delle indagini negli ALLEGATI 2.A e 2.B alla presente relazione):
  - a) indagine georadar ad alta frequenza per il rilievo della armatura;
  - b) prova Sonreb (ultrasuoni e sclerometria) su volumi cubici con facce parallele;
  - c) demolizione del copriferro su ferri rilevati e tracciati in superficie;
  - d) analisi chimica su calcestruzzo in sito per la valutazione del livello di carbonatazione.
- 2) Indagini a campione sulle giunzioni saldate delle strutture metalliche in elevazione (condotte da *Lambda CND S.r.l.*, con professionista dotato di qualifica di secondo livello ISO-9712 per l'esecuzione degli esami non distruttivi VT e MT, vedi report delle indagini nell'ALLEGATO 3 alla presente relazione):
  - a) esame magnetoscopico (MT), per valutare eventuale presenza di cricche nelle saldature;
  - b) esame ultrasonoro (UTS), per valutare gli spessori efficaci delle piastre metalliche;
  - c) esame visivo (VT), per verificare lo stato generale delle componenti strutturali metalliche.

Le prove sulle strutture in c.a. di fondazione hanno permesso di rilevare la quantità e la disposizione delle armature all'interno dei plinti e del cordolo di collegamento, si è inoltre potuto valutare lo spessore del copriferro e il diametro delle armature. Le prove di carbonatazione non hanno raggiunto in nessun caso la profondità a cui si trovano le armature ed infatti nei punti in cui è stato demolito il copriferro, i ferri sono risultati in buono stato di conservazione. In generale, dalle indagini visive lo stato dei plinti risulta caratterizzato da un degrado per lo più localizzato nella parte alta del parallelepipedo con varie fessurazioni, che in certi casi diventano distacchi veri e propri.

L'indagine condotta sulle strutture metalliche e saldature non ha evidenziato anomalie significative.

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---



**Foto 12: sopralluogo 08-07-2021 (fondazione e tratto inferiore centina tipica)**



**Foto 13: sopralluogo 08-07-2021 (fondazione centina tipica)**

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---



**Foto 14: indagini non distruttive 16/02/2022 (particolare nodo corrente superiore centina – zona centrale)**



**Foto 15: indagini non distruttive 16/02/2022 particolare nodo corrente inferiore centina – zona centrale)**

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---



**Foto 16: indagini non distruttive 16/02/2022 (particolare nodo base falcone)**



**Foto 17: indagini non distruttive 16/02/2022 (particolare estremità Sud centine, con attacco tirante falcone)**

#### **4. DIAGNOSI STATICA DELLO STATO ATTUALE DELLE STRUTTURE**

Sulla base dei sopralluoghi eseguiti e delle informazioni raccolte, dal punto di vista statico le strutture in esame si presentano in condizioni generali buone e non sono riscontrabili criticità significative in relazione alla sicurezza statica generale della costruzione. S'intende che ad oggi non è possibile movimentare la struttura, come previsto per l'utilizzo dell'antenna, perché non sono garantite adeguate condizioni di sicurezza.

D'altra parte, sono presenti situazioni localizzate sede di danneggiamento e/o degrado che al fine di ripristinare il corretto stato di manutenzione delle strutture in esame è necessario eliminare con specifici interventi.

Più in dettaglio, le principali problematiche delle strutture del ramo E/O del radiotelescopio "Croce del Nord" riscontrate sono le seguenti:

- Fondazioni in c.a.:
  - o presente un generale stato di degrado la cui natura è prevalentemente di tipo superficiale, come hanno accertato le indagini preliminari svolte (vedi Allegati 2.A e 2.B), riguardante sia i plinti (su pali) sia i traversi di collegamento.
- Strutture metalliche, aste e collegamenti:
  - o in alcuni punti si ha parziale corrosione degli elementi metallici e inizio di danneggiamento delle saldature;
  - o alcuni controventi a croce della linea focale risultano lenti e alcuni rotti (in particolare è rotta una fune diagonale di controvento fra le centine 11 e 12);
  - o il falcone della centina n. 22 presenta una distorsione (di qualche grado), localizzata tra gli attacchi degli stralli e il punto di fissaggio delle "travi porta corner", che ha causato localizzati danneggiamenti (ad esempio il parziale distacco di un piatto di nodo);
- Strutture metalliche, in generale:
  - o non consentita la movimentazione delle centine (caratteristica fondamentale sia per il funzionamento dell'antenna sia per consentire più agevoli ed economiche manutenzioni delle strutture metalliche);
  - o alla base di tutti i piloni delle strutture metalliche la conformazione strutturale comporta la presenza di "vasche" (vedi foto 11), che in caso di precipitazioni si riempiono d'acqua. L'originale sistema di smaltimento di tali acque è ad oggi inefficace (era previsto attraverso tubi di scarico inseriti nei plinti in c.a., ma risultano otturati e di difficoltosa manutenzione). Deve pertanto essere eliminato e sostituito da idoneo ed

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

efficace sistema di smaltimento all'estradosso delle fondazioni, nell'altezza dei piatti metallici di base;

- presente in più punti il degrado del trattamento superficiale di verniciatura, che ne compromette l'indispensabile funzione protettiva nei confronti delle strutture metalliche portanti.

In conseguenza di quanto accertato e sopra riportato, al fine di ripristinare il corretto stato di manutenzione delle strutture in esame è necessario eseguire i seguenti specifici interventi:

- **RINNOVAMENTO/RIPRISTINO CATENE MOVIMENTAZIONE E RIDUTTORI:**

- si tratta di intervento propedeutico ai successivi necessari interventi, sia al fine di ripristinare il corretto stato manutentivo delle strutture sia di consentirne il previsto movimento che è anche funzionale all'ottimizzazione delle operazioni di controllo e manutenzione delle strutture metalliche che nella posizione attuale sono situate oltre 16 metri di altezza (vedi figura 4).

La suddetta movimentazione consentirà una più efficace ed economica realizzazione degli interventi necessari sulle strutture metalliche (controlli, ripristini strutturali e verniciature). Nei seguenti par. 5.1 e 5.2 sono descritte le fasi d'intervento.

- **RIPRISTINI STRUTTURE IN C.A. (fondazioni), interessanti i seguenti elementi:**

- plinti e traversi di collegamento delle centine tipo;
- plinti piloni sostegno albero;
- plinti centine di ammarro e di tensione;
- plinti torri di ammarro e di tensione.

- **RIPRISTINI STRUTTURE METALLICHE, interessanti i seguenti elementi:**

- ripristino saldature e nodi con fratture/degrado/danneggiamenti;
- ripristino e/o sostituzione controventi a croce linea focale;
- ripristino distorsioni falcone centina n. 22.

- **RIPRISTINO CORRETTO SCOLO ACQUE PIOVANE ALLA BASE DI OGNI GAMBA METALLICA, interessanti i seguenti elementi:**

- basi dei piloni di sostegno delle centine tipo;
- basi dei piloni di sostegno delle centine di ammarro e di tensione, con relative torri;
- basi dei piloni di sostegno dell'albero per la movimentazione).

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

- TRATTAMENTO VERNICIATURA STRUTTURE METALLICHE, di tutte le strutture metalliche presenti e in particolare:
  - o antenne intermedie (centine, piloni di sostegno);
  - o antenne di testata, di ammarro e di tensione (centine, piloni di sostegno, torri di ammarro e di tensione);
  - o altri elementi (falconi, trave porta corner, corner, piloni di sostegno dell'albero, ecc.).

S'intende che per tutti i suddetti interventi è necessaria la predisposizione di progetti esecutivo e di Piano di Sicurezza e Coordinamento, redatti da professionisti abilitati. Lo stesso vale per le relative direzioni lavori e il Coordinamento della Sicurezza in fase di Esecuzione. Infine, saranno necessari i corrispondenti collaudi in corso d'opera.

Propedeutica alla redazione del progetto strutturale è la definizione e la realizzazione di una campagna d'indagini a campione, che estenda le indagini preliminari già eseguite e finalizzate alla redazione del presente studio tecnico-economico.

In particolare tali indagini dovranno, oltre che estendere a campione quelle localizzate già eseguite (vedi Allegati 2.A, 2.B e 3), sarà opportuno ricomprendano anche:

- o ispezione delle zone maggiormente critiche a fatica (individuate dal professionista incaricato del progetto, sulla base anche delle analisi dello studio BCV);
- o rilevazione della lunghezza, delle sezioni di gola e della penetrazione di saldature significative (individuate dal professionista incaricato del progetto);
- o determinazione della classe di resistenza dei materiali (acciaio, bulloni, ecc.).

Per quanto riguarda la stima economica dei suddetti interventi e relative prestazioni tecniche professionali, si rimanda alla "STIMA COSTI DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE" (vedi Allegato 4 alla presente relazione).

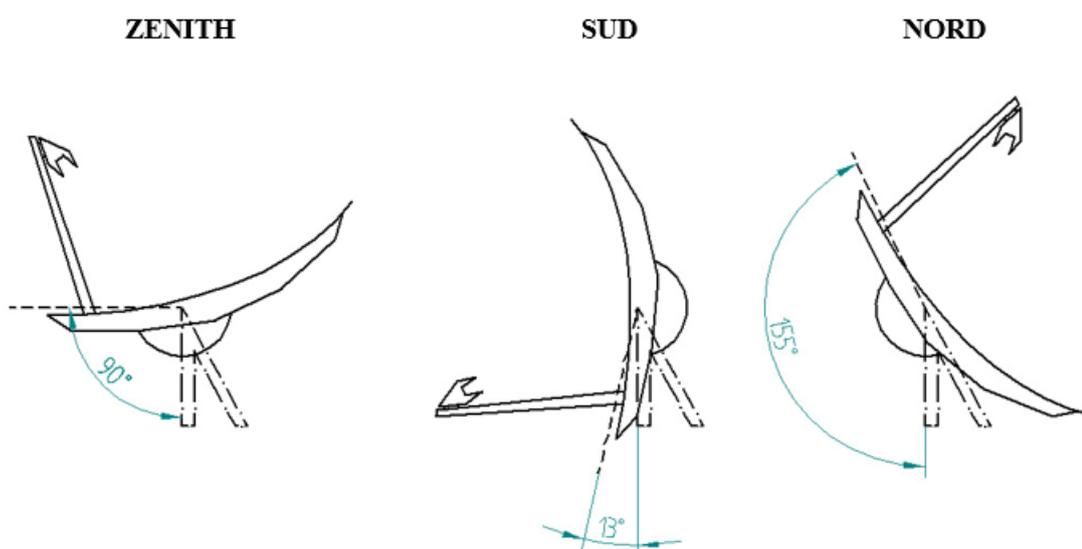
## **5. DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI NECESSARI E DELLE PRESTAZIONI PROFESSIONALI**

### **5.1 PREMESSA E OBIETTIVI**

Gli interventi da prevedere sul ramo Est/Ovest del radiotelescopio "Croce del Nord" sono di seguito definiti e descritti, sulla base degli accertamenti svolti e al fine di conseguire il ripristino del corretto stato di manutenzione dell'antenna di tale ramo, mediante i seguenti principali obiettivi:

- Messa in sicurezza dell'infrastruttura, mediante controllo delle strutture metalliche e conseguenti interventi per contrasto delle vulnerabilità riscontrate ed eliminazione delle criticità presenti (compresi il ripristino dell'antenna 22, che nello stato attuale presenta distorsioni del falcone, il ripristino delle diagonali di controvento mancanti e/o inefficaci e la riparazione e il ripristino delle fondazioni in c.a.).
- Ripristino della corretta movimentazione delle centine e del sistema di movimentazione.
- Nuova protezione delle superfici metalliche, mediante rifacimento del trattamento di verniciatura protettiva delle strutture in acciaio (nuovo ciclo protettivo completo, con garanzia finale).

Si ricorda (vedi anche figura 4) che dovrà essere ripristinata la possibilità di rotazione del cilindro parabolico (centine e antenna), dall'attuale posizione di Zenith alle posizioni limite verso Sud) e verso Nord.



**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

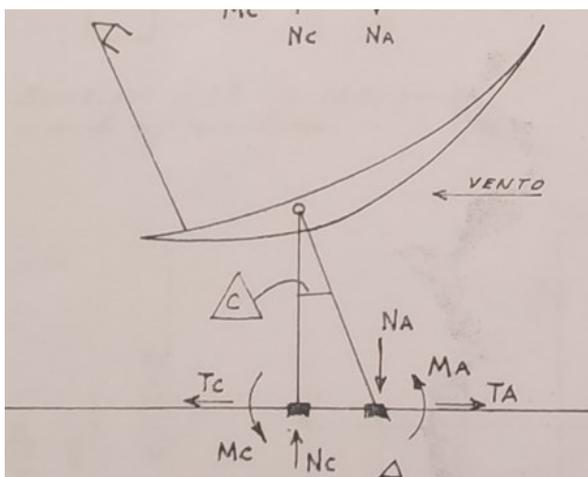
**5.2 PROGRAMMA PER LE ATTIVITÀ E LE FASI GENERALI D'INTERVENTO**

In relazione a quanto sopra, il programma delle attività per definire e realizzare gli interventi necessari è il seguente:

- Progettazione e realizzazione degli interventi di ripristino del sistema per la movimentazione delle centine, con la manutenzione straordinaria delle catene di movimentazione.
- Definizione ed esecuzione di controlli specialistici (non distruttivi) sulle strutture metalliche, per valutare dal punto di vista strutturale la possibilità di ripristino in sicurezza della movimentazione.
- Progettazione degli interventi per il ripristino strutturale delle strutture metalliche e delle fondazioni in c.a., progettazione degli interventi per il nuovo trattamento di verniciatura, redazione di PSC per l'esecuzione degli interventi previsti.
- Realizzazione degli interventi: ripristino strutturale delle strutture metalliche e delle fondazioni in c.a., nuovo trattamento di verniciatura (ciclo completo, con garanzia finale).

In merito alle indagini, alla progettazione e all'esecuzione degli interventi, le fasi operative per la loro realizzazione sono state attentamente valutate e previste in modo da ottimizzare i tempi di cantiere (quindi i costi degli interventi) e in generale sono le seguenti:

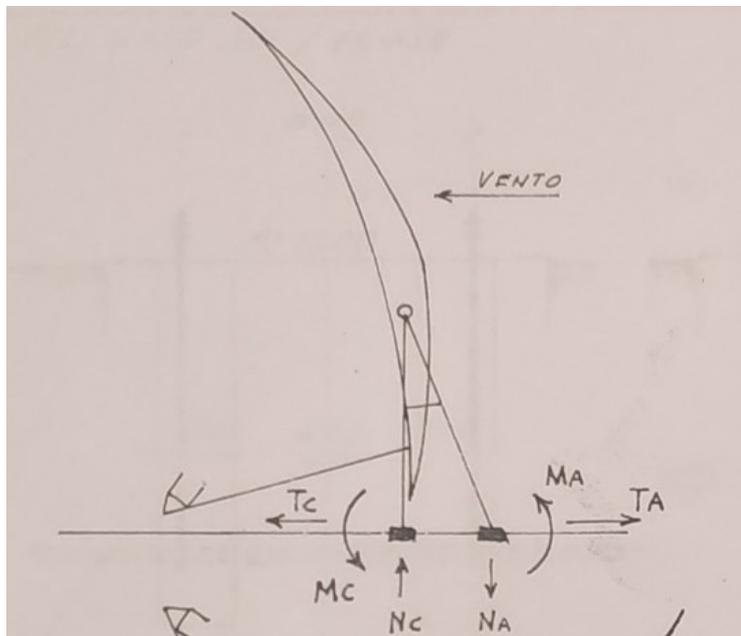
- Fase 1 (centine nella posizione attuale; fili specchio presenti):  
progettazioni, controlli e interventi per il ripristino delle strutture metalliche sottostanti lo specchio e per consentire la successiva movimentazione delle centine.



**Fase 1 centine nella posizione attuale  
(figura tratta dall'originale progetto delle strutture)**

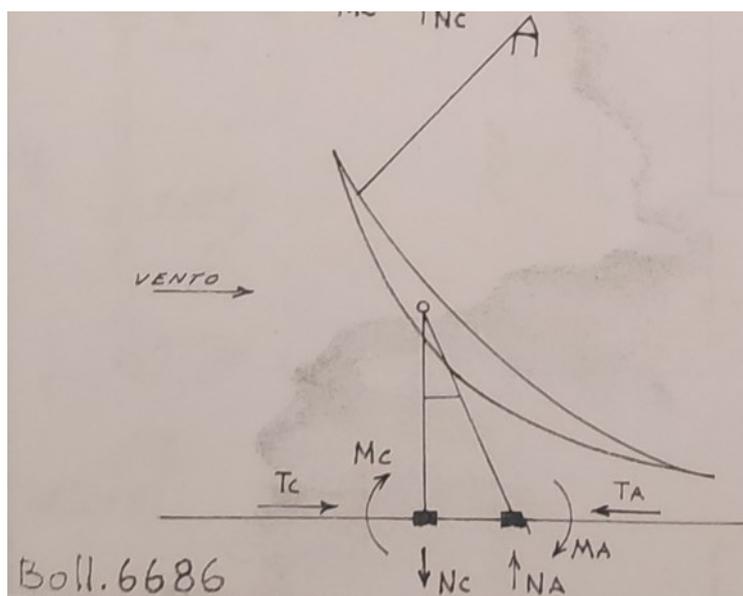
**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

- Fase 2 (centine nella posizione limite con lato Sud abbassato; fili specchio presenti):  
progettazioni, controlli e interventi per il ripristino delle strutture metalliche soprastanti lo specchio (abbassate verso il suolo in questa fase).



**Fase 2: nel corso della fase 3, le centine verranno ruotate con lato Sud abbassato (figura tratta dall'originale progetto delle strutture)**

- Fase 3 (inizialmente mantenendo il lato Sud abbassato e con successiva movimentazione centine nella posizione limite con lato Nord abbassato; fili specchio presenti):  
ripristino delle fondazioni in c.a., trattamento di verniciatura di tutte le parti metalliche previo completamento del ripristino delle strutture metalliche nella parte a sbalzo delle centine.



**Fase 3: nel corso della fase 3, le centine verranno ruotate con lato Nord abbassato (figura tratta dall'originale progetto delle strutture)**

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**5.3 DETTAGLIO PROGRAMMA DELLE FASI TECNICHE E DEGLI INTERVENTI**

Nel seguito si riporta dettagliato sviluppo delle suddette fasi generali, considerando la sequenza sia delle operazioni tecniche (progettuali e di controlli) sia delle lavorazioni sulle opere esistenti.

**FASE 1 (CENTINE NELLA POSIZIONE ATTUALE; FILI SPECCHIO PRESENTI):**

**PROGETTAZIONI, CONTROLLI E INTERVENTI PER IL RIPRISTINO DELLE STRUTTURE METALLICHE SOTTOSTANTI LO SPECCHIO E PER CONSENTIRE LA SUCCESSIVA MOVIMENTAZIONE DELLE CENTINE**

**1.1 Progettazione e realizzazione manutenzione straordinaria catene movimentazione centine:**

- Oggetto: catene per la movimentazione delle centine
- Obiettivo: manutenzione straordinaria catene per consentire il movimento delle centine
- Referente: progettista e direttore lavori impianti meccanici
- Documentazione finale: elaborati tecnici
- Stima costi (vedi All. 4): voce I.1 + voce ST.5 (quota parte)

**1.2 Definizione controlli non distruttivi sulle strutture metalliche, per valutare dal punto di vista strutturale la possibilità di ripristino in sicurezza della movimentazione:**

- Oggetto: intera struttura metallica
- Obiettivo: base per impostare la fase successiva
- Referente: progettista e direttore lavori delle strutture
- Documentazione finale: piano delle indagini
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.3 (quota parte)

**1.3 Esecuzione controlli non distruttivi sulle strutture metalliche:**

- Oggetto: strutture metalliche sottostanti lo specchio, sulla base del piano delle indagini
- Obiettivo: base per impostare la fase successiva
- Referente: Società/Laboratori di Ingegneria specializzati (qualificati ai sensi della Circ. n.633/STC del 3 dicembre 2019 e/o UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)
- Documentazione finale: rapporto delle indagini specialistiche
- Stima costi (vedi All. 4): voce S.1 (quota parte)
- Tempi: stimati 40 giorni lavorativi (in quota con PLE)

**1.4 Valutazione controlli non distruttivi sulle strutture metalliche, per progettazione opere provvisionali di ripristino:**

- Oggetto: strutture metalliche sottostanti lo specchio
- Obiettivo: base per realizzare la fase successiva
- Referente: progettista e direttore lavori delle strutture
- Documentazione finale: progetto dei necessari ripristini alle strutture metalliche
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.3 (quota parte)

**1.5 Progettazione strutturale opere di ripristino provvisoriale strutture metalliche per consentire la movimentazione delle centine:**

- Oggetto: strutture metalliche sottostanti lo specchio
- Obiettivo: consentire la movimentazione delle centine
- Referente: progettista e direttore lavori delle strutture
- Documentazione finale: progetto dei necessari ripristini provvisionali
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.3 (quota parte)

**1.6 Redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) per movimentazione centine:**

- Oggetto: operazioni per la movimentazione delle centine
- Obiettivo: definizione del Piano e Oneri della sicurezza
- Referente: Coordinatore per la sicurezza (CSP e, in fase di lavoro, CSE)
- Documentazione finale: PSC per tutte le operazioni per movimentazione centine
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.1 (quota parte)

**1.7 Realizzazione opere provvisionali di ripristino delle strutture metalliche:**

- Oggetto: strutture metalliche sottostanti lo specchio
- Obiettivo: base per realizzare la fase successiva
- Referente: Appaltatore (opere da fabbro)
- Documentazione finale: Certificazioni UNI EN 1090
- Stima costi (vedi All. 4): voce S.2 (quota parte)
- Tempi: stimati 20 giorni lavorativi (in quota con PLE)

**1.8 Direzione lavori opere di ripristino e autorizzazione alla movimentazione**

- Oggetto: strutture metalliche sottostanti lo specchio
- Obiettivo: autorizzare la fase di movimentazione
- Referente: progettista e direttore lavori delle strutture
- Documentazione finale: autorizzazione strutturale alla movimentazione
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.5 (quota parte)

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**FASE 2 (CENTINE NELLA POSIZIONE LIMITE CON LATO SUD ABBASSATO; FILI SPECCHIO PRESENTI):**

**PROGETTAZIONI, CONTROLLI E INTERVENTI PER IL RIPRISTINO DELLE STRUTTURE METALLICHE SOPRASTANTI LO SPECCHIO (ABBASSATE VERSO IL SUOLO IN QUESTA FASE)**

**2.1 Posizionamento centine con lato Sud "a terra":**

- Oggetto: intera struttura metallica
- Obiettivo: base per consentire le fasi successive
- Referente: progettista e direttore lavori impianti meccanici
- Situazione finale: puntellamento a terra delle estremità sud
- Stima costi (vedi All. 4): voce I.1 (quota parte)

**2.2 Esecuzione controlli non distruttivi sulle strutture metalliche:**

- Oggetto: strutture metalliche lato Sud (falconi e focale), sulla base del piano delle indagini
- Obiettivo: base per impostare la fase successiva
- Referente: Società/Laboratori di Ingegneria specializzati (qualificati ai sensi della Circ. n.633/STC del 3 dicembre 2019 e/o UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)
- Documentazione finale: rapporto delle indagini specialistiche
- Stima costi (vedi All. 4): voce S.1 (quota parte)
- Tempi: stimati 5 giorni lavorativi (a terra)

**2.3 Progettazione strutturale completa opere di ripristino strutture metalliche (compreso falcone centina n. 22) e fondazioni in c.a., progettazione intervento di verniciatura strutture metalliche:**

- Oggetto: strutture metalliche e fondazioni in c.a.
- Obiettivo: base per definire i lavori di ripristino dell'intera struttura (metallica e fondazioni in c.a.), compreso trattamenti di verniciatura
- Referente: progettista e direttore lavori delle strutture + progettista e direttore lavori opere edili
- Documentazione finale: progetto dei necessari ripristini delle strutture metalliche e delle fondazioni in c.a., progetto intervento di verniciatura strutture metalliche
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.3 (quota parte)

**2.4 Redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC):**

- Oggetto: interventi strutturali ed edili previsti fino al termine lavori
- Obiettivo: definizione generale del Piano e Oneri della sicurezza
- Referente: Coordinatore per la sicurezza (CSP e, in fase di lavoro, CSE)
- Documentazione finale: PSC per tutte le lavorazioni previste fino al termine lavori
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.1 (quota parte)

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**2.5 Realizzazione opere di ripristino delle strutture metalliche (compreso falcone centina n. 22):**

- Oggetto: strutture metalliche lato Sud (controventi linea focale, falconi e focale)
- Obiettivo: ripristino strutture metalliche
- Referente: Appaltatore (opere da fabbro)
- Documentazione finale: Certificazioni UNI EN 1090
- Stima costi (vedi All. 4): voce S.2 (quota parte)
- Tempi: stimati 10 giorni lavorativi (a terra)

**2.6 Direzione lavori opere di ripristino:**

- Oggetto: strutture metalliche lato Sud (controventi linea focale, falconi e focale)
- Obiettivo: fine opere strutturali per relativo collaudo statico
- Referente: progettista e direttore lavori delle strutture
- Documentazione finale: documenti tecnici di legge per la regolare esecuzione
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.3 (quota parte)

**2.7 Finali controlli non distruttivi sulle strutture metalliche, validazione interventi eseguiti:**

- Oggetto: strutture metalliche (in tutti e soli i punti ove eseguiti gli interventi di ripristino)
- Obiettivo: validazione interventi eseguiti
- Referente: Società/Laboratori di Ingegneria specializzati (qualificati ai sensi della Circ. n.633/STC del 3 dicembre 2019 e/o UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)
- Documentazione finale: rapporto delle indagini specialistiche
- Stima costi (vedi All. 4): voce S.1 (quota parte)
- Tempi: stimati 5 giorni lavorativi (a terra)

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**FASE 3 (INIZIALMENTE MANTENENDO IL LATO SUD CENTINE ABBASSATO E CON SUCCESSIVA MOVIMENTAZIONE CENTINE NELLA POSIZIONE LIMITE CON LATO NORD ABBASSATO; FILI SPECCHIO PRESENTI):**

**RIPRISTINO DELLE FONDAZIONI IN C.A., TRATTAMENTO DI VERNICIATURA DI TUTTE LE PARTI METALLICHE PREVIO COMPLETAMENTO DEL RIPRISTINO DELLE STRUTTURE METALLICHE NELLA PARTE A SBALZO DELLE CENTINE.**

**3.1 Realizzazione opere di ripristino delle fondazioni in c.a.:**

- Oggetto: fondazioni in c.a.
- Obiettivo: ripristino completo delle strutture di fondazione in c.a.
- Referente: Appaltatore (opere sul c.a. e trattamenti di verniciatura)
- Documentazione finale: schede tecniche e certificati dei materiali; attestato regolare esecuzione
- Stima costi (vedi All. 4): voce S.3
- Tempi: stimati 30 giorni lavorativi (a terra)  
N.B.: lavorazioni eseguibili nel solo periodo aprile-ottobre

**3.2 Realizzazione trattamento di verniciature delle strutture metalliche:**

- Oggetto: intera struttura metallica
- Obiettivo: ripristino completo delle strutture metalliche (compreso efficiente scolo acque alla base delle gambe reticolari in acciaio)
- Referente: Appaltatore (opere sul c.a. e trattamenti di verniciatura)
- Documentazione finale: schede tecniche e certificati dei materiali; attestato regolare esecuzione; garanzia
- Stima costi (vedi All. 4): voci E.1 + E.2 + E.3
- Tempi: stimati 90 giorni lavorativi (sia a terra sia con ausilio PLE)  
N.B.: lavorazioni eseguibili nel solo periodo aprile-ottobre

**N.B.: la precedente fase di verniciatura deve essere realizzata in coordinamento con la movimentazione delle centine (da posizione limite verso Sud a posizione limite verso Nord) e con la realizzazione delle opere di ripristino delle strutture metalliche nelle parti a sbalzo delle centine (vedi punto seguente).**

**3.3 Realizzazione opere di ripristino delle strutture metalliche nelle parti a sbalzo delle centine (con le centine abbassate lato Nord:)**

- Oggetto: strutture metalliche zone a sbalzo delle centine (lato Nord)
- Obiettivo: ripristino strutture metalliche
- Referente: Appaltatore (opere da fabbro)
- Documentazione finale: Certificazioni UNI EN 1090

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

- Stima costi (vedi All. 4): voce S.2 (quota parte)
- Tempi: stimati 10 giorni lavorativi (a terra)

**3.4 Finali controlli non distruttivi sulle strutture metalliche, validazione interventi eseguiti:**

- Oggetto: strutture metalliche (in tutti e soli i punti ove eseguiti gli interventi di ripristino)
- Obiettivo: validazione interventi eseguiti
- Referente: Società/Laboratori di Ingegneria specializzati (qualificati ai sensi della Circ. n.633/STC del 3 dicembre 2019 e/o UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)
- Documentazione finale: rapporto delle indagini specialistiche
- Stima costi (vedi All. 4): voce S.1 (quota parte)
- Tempi: stimati 5 giorni lavorativi (a terra)

**3.5 Direzione lavori opere di ripristino (strutturali ed edili):**

- Oggetto: fondazioni in c.a. e intera struttura metallica
- Obiettivo: fine opere strutturali per relativo collaudo statico
- Referente: progettista e direttore lavori delle strutture + progettista e direttore lavori opere edili
- Documentazione finale: documenti tecnici di legge per la regolare esecuzione
- Stima costi (vedi All. 4): voci ST.2 (quota parte) + ST.3 (quota parte)

**3.6 Collaudo statico delle opere strutturali di ripristino (strutture metalliche e fondazioni in c.a.)**

- Oggetto: tutte le strutture (elevazione e fondazioni)
- Obiettivo: usabilità delle opere strutturali
- Referente: collaudatore statico
- Documentazione finale: collaudo statico delle opere strutturali
- Stima costi (vedi All. 4): voce ST.4

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**5.4 RIFERIMENTI NORMATIVI PER GLI INTERVENTI STRUTTURALI**

- **Legge 5 novembre 1971 n° 1086** - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge 2 febbraio 1974 n° 64** – Provvedimenti per la costruzione con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380** e s.m.i. – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»** (pubblicato sul supplemento ordinario alla G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018 – Serie generale), nel seguito richiamata con NTC 2018.
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – **Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.** (Pubblicata sul supplemento ordinario alla G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019 – Serie generale), nel seguito richiamata con Circolare n. 7/2019.
- **Classificazione sismica** dei Comuni italiani: ALLEGATO A all'Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 (G.U. 08.05.2003, n. 105) – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **Ordinanza P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431 (G.U. 10.05.2005, n.85)** – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Quadro normativo della Regione Emilia-Romagna in materia di norme per la riduzione del rischio sismico e dei relativi procedimenti amministrativi, in particolare la **Legge Regionale dell'Emilia-Romagna 30 Ottobre 2008, n. 19** – Norme per la riduzione del rischio sismico.

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**6. DESCRIZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI PREVISTI SULLE STRUTTURE ESISTENTI**

**6.1 RIPRISTINO DEL SISTEMA MOVIMENTAZIONE CENTINE**

Il ramo del radiotelescopio che si sviluppa in direzione Est/Ovest è composto complessivamente da 25 centine, ognuna delle quali è attualmente mossa da un motore asincrono trifase.

L'intervento si propone di ripristinare le catene che consentono tale movimentazione.

**6.2 CONTROLLI STRUTTURE METALLICHE**

La campagna preliminare delle indagini necessarie per quanto sopra, che sarà definita dal progettista delle strutture, ha come obiettivo finale il controllo di tutte le unioni della struttura e il ripristino delle zone degradate e/o danneggiate e/o critiche.

I controlli saranno eseguiti da Società/Laboratori di Ingegneria specializzati (qualificati ai sensi della Circ. n.633/STC del 3 dicembre 2019 e/o UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018).

I controlli, da definire anche in relazione ai criteri riportati al termine del precedente par. 4, comprenderanno anche i seguenti metodi d'indagine:

- indagine durometrica su elementi strutturali in acciaio;
- prove spessimetriche per la verifica degli spessori residui dei profilati;
- ispezione visiva e fotografica con censimento delle fenomenologie di degrado;
- verifiche serraggio coppia delle bullonature, ove necessario e possibile;
- indagini specialistiche sulle giunzioni saldate, eseguite da un professionista dotato di qualifica di secondo livello ISO9712 per l'esecuzione degli esami non distruttivi VT e MT.

I controlli saranno eseguiti secondo le fasi precedentemente riportate, definite al fine di ottimizzare i tempi complessivi degli interventi previsti.

**6.3 RIPRISTINI STRUTTURE METALLICHE**

Per la realizzazione dei ripristini delle strutture metalliche, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, infatti, il loro impiego

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1 e UNI EN 10045-1.

Tutte le operazioni e le lavorazioni in cantiere dovranno essere realizzate, qualificate e controllate ai sensi delle vigenti norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018).

#### **6.4 RIPRISTINI FONDAZIONI IN C.A.**

Nel febbraio 2022 sono state eseguite indagini a campione per definire caratteristiche e qualità delle esistenti fondazioni, individuandone lo stato di conservazione e le zone tipiche di degrado.

I controlli sono stati svolti da Società di Ingegneria specializzata (qualificato ai sensi della Circ. n.633/STC del 3 dicembre 2019 e/o UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018).

I controlli hanno compreso i seguenti metodi d'indagine:

- indagine georadar ad alta frequenza per il rilievo della armatura;
- prova Sonreb (ultrasuoni+sclerometria) su volumi cubici con facce parallele;
- demolizione del copriferro su ferri rilevati e tracciati in superficie;
- analisi chimica su calcestruzzo in sito per la valutazione del livello di carbonatazione.

#### **CICLO OPERATIVO PER IL RIPRISTINO DELLE FONDAZIONI IN C.A.:**

##### **Preparazione delle superfici**

La corretta preparazione preliminare risulta fondamentale per garantire l'integrità della struttura in cls nel tempo. Si propone pertanto la bussatura dell'intera superficie in cls mirata ad individuare le zone in distacco ed ammalorate. Tutte le parti non più aderenti e deteriorate dovranno essere rimosse con

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

degli scalpelli o martelli pneumatici lasciando solo la struttura ben coesa. Si intendono compresi gli oneri relativi alla raccolta e lo smaltimento presso i centri autorizzati del materiale di risulta.

Successivamente si procederà con il lavaggio con idropulitrice a 250 bar mirando a rimuovere i depositi vari di sporco, muschi e licheni, polvere e residui delle parti in distacco.

Ripristino c.a.

Gli eventuali ferri d'armatura messi a nudo, durante la preparazione, dovranno essere protetti con l'applicazione a pennello della malta anticorrosiva tipo Mapefer o similari.

Tutte le parti rimosse dovranno essere ricostruite con malta premiscelata monocomponente fibrorinforzata applicata manualmente a spatola d'acciaio tipo Mapegrout o similari. La lavorazione potrà avvenire in più riprese/strati, in funzione dell'entità della parte da ricostruire e comprende:

- ricostruzione dello strato di copriferro, con riparazione delle mancanze e ricostruzione degli spigoli;
- ricostruzione di superficie orizzontale con le opportune pendenze per il corretto allontanamento delle acque piovane;
- sull'intera superficie esposta in cls, regolarizzazione generale e trattamento protettivo attraverso l'applicazione di due strati di prodotto impermeabilizzante tipo Mapelastic o equivalente.

**6.5 TRATTAMENTO DI VERNICIATURA STRUTTURE METALLICHE**

PREMESSA

L'intervento di riverniciatura della struttura si pone l'obiettivo della protezione anticorrosiva della struttura metallica e il ripristino della riflettanza ai raggi solari, per evitare sbalzi di temperatura notevoli nella struttura e per proteggerla contro l'avanzamento dei fenomeni di corrosione.

Lo scopo è di ottenere un lavoro qualitativamente eccellente e con un impatto minimo per l'ambiente. Le scelte operative proposte mirano quindi alla salvaguardia del contesto ambientale senza compromessi sulla qualità dell'intero ciclo di lavoro.

ORGANIZZAZIONE LAVORI

Tenuto conto delle caratteristiche climatiche del territorio dov'è ubicato il Radiotelescopio "Croce del Nord" si ritiene che il periodo migliore per l'esecuzione dei lavori sia compreso tra aprile e ottobre. La programmazione dei lavori nel periodo diverso potrebbe influire negativamente sui tempi complessivi di esecuzione dei lavori.

## **RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

Il tempo stimato dei lavori è circa 90gg lavorativi, fatto salvo maltempo, con personale che varia tra 8 e 12 persone in funzione delle necessità. Il personale sarà diviso in squadre di due persone che porteranno avanti una delle fasi di lavoro (pulizia- ritocchi- verniciatura).

Si prevede l'utilizzo sia di piattaforme aeree sia di scale a gancio e la scalata libera della struttura, ove impossibile accedere con la piattaforma.

La prima fase dei lavori consisterà nella preparazione di tutte le superfici, oggetto d'intervento: saranno pertanto lavate sia la struttura metallica sia gli elementi in cls. In contemporanea saranno realizzate opportune demolizioni delle parti in cls in distacco. Solo successivamente si procederà alla verniciatura delle antenne ed il trattamento di ripristino dei relativi basamenti.

### CANTIERIZZAZIONE E PROTEZIONE DELLE SUPERFICI CIRCOSTANTI

Con la messa in opera del cantiere (posizionamento attrezzature e macchinari) saranno individuate le zone da proteggere, quali quadri elettrici, motori, tubazioni, laser, fibre ottiche, cavi ecc., che saranno successivamente protette con idonei teli al fine di evitare di sporcarle. Inoltre, per la salvaguardia dell'ambiente circostante, saranno predisposti i teli protettivi sul suolo sottostante in modo da recuperare i residui di pulizia e di vernice.

Sarà inoltre definita e opportunamente preparata l'area (delimitata, protetta con i teli per raccogliere gli eventuali sversamenti) per deposito di vernici e delle attrezzature. Le vernici saranno protette dai raggi solari con i teli oscuranti.

In ogni caso il capocantiere valuterà giornalmente le condizioni meteo (in particolare la forza e la direzione del vento) in modo da limitare il rischio di provocare i danni alle proprietà e strutture nelle vicinanze del cantiere.

Visto il posizionamento delle antenne, non si rilevano i particolari rischi d'accesso delle persone non autorizzate nell'area di cantiere. L'area sarà delimitata con il nastro segnaletico e saranno posizionati i cartelli informativi.

Il personale dovrà essere formato e addestrato per la gestione di eventuali emergenze di cantiere, quali sversamento delle vernici/ diluenti (emergenza ambientale), incendio e incidente (emergenza sicurezza). Su ogni mezzo di trasporto sono predisposte le attrezzature necessarie per la gestione di tali situazioni (estintore, cassetta pronto soccorso, kit lavaocchi e kit assorbente antisversamento).

### CICLO OPERATIVO: STRUTTURA METALLICA

#### Preparazione delle superfici

La preparazione è la parte più importante di un ciclo di verniciatura poiché garantisce la corretta adesione della vernice e pertanto la perfetta protezione contro la corrosione della superficie metallica. Nel caso specifico si deve preferire una preparazione che, oltre ad assicurare la superficie priva di

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

impurità, non danneggi le superfici circostanti né l'ambiente: si predilige pertanto una preparazione che non utilizzi sabbia, in quanto potrebbe provocare danni alla struttura (in modo particolare alle parti meccaniche, cremagliere, cuscinetti dei motori elettrici e agli automatismi in genere), dato l'alto potere smerigliante. Inoltre, durante la sabbiatura vengono emesse in atmosfera polveri sottili, che si depositano sul suolo e i manufatti (e inalate da persone ed animali). La sabbiatura comporta inoltre il notevole costo relativo allo smaltimento dell'inerte utilizzato. Si esclude anche l'utilizzo degli sverniciatori aggressivi sia per gli operatori che per l'ambiente circostante.

Si ritiene opportuna, pertanto, la pulizia manuale e meccanica mirata alla rimozione di incrostazioni di vecchia vernice, ruggine e depositi di sporco di qualsiasi natura presenti sulla superficie metallica della struttura. Saranno quindi alternati i metodi manuali (quali raschietti speciali e scalpelli) con i metodi meccanici (quali martellette pneumatiche ad aghi e smerigliatrici). L'uso di martellette pneumatiche risulta particolarmente efficace nei punti di struttura difficilmente accessibili (nodi, bulloni, ecc.).

L'intera superficie sarà rifinita attraverso la carteggiatura, scalpellatura e/o raschiatura.

I primi 3 metri di altezza della struttura saranno preventivamente lavati con idropulitrice fino 250 bar in modo da eliminare i muschi e licheni. Le patine biologiche infestanti sono presenti soprattutto sulla parte bassa esposta maggiormente all'umidità.

L'intera superficie sarà ulteriormente sgrassata con i solventi idonei per ogni traccia di residui che potrebbero precludere la corretta adesione delle vernici.

Alcune zone, quali gli elementi del sistema di movimentazione, con la evidente presenza di grassi, dovranno essere trattate con i solventi anche prima del lavaggio in modo da non distribuire il grasso durante le fasi successive.

Giornalmente, sulle sole zone scoperte (ferro nudo) è prevista l'applicazione di prima mano del ciclo di verniciatura onde evitare che la corrosione riprenda.

I cicli di trattamento possono essere in alternativa i due seguenti (per gli specifici prodotti si è fatto riferimento a quelli di un'azienda produttrice molto qualificata da vari decenni e che si ritengono la scelta migliore per il trattamento anticorrosione delle antenne in oggetto. Potranno in generale essere utilizzati cicli con prodotti equivalenti):

a) Ciclo di verniciatura "tradizionale" (equivalente all'ultimo ciclo di verniciatura, realizzato circa 30 anni or sono)

Il ciclo è fondato sulla valutazione preliminare dello stato effettivo della carpenteria. I punti portati a ferro nudo durante la pulizia e i punti particolarmente danneggiati dalla corrosione dovranno essere trattati con un'attenzione maggiore rispetto alle parti protette ancora dalla vecchia vernice con buona aderenza. Saranno pertanto trattati in modo localizzato con una mano preliminare di Epogrifos ST,

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

applicata quotidianamente a seguito della pulizia. I ritocchi dei punti compromessi danno una maggiore protezione e bloccano l'avanzamento del processo di ossidazione in caso del ferro portato a nudo.

Sull'intera superficie delle antenne sarà invece applicato il ciclo a 3 strati con spessore totale 160 $\mu$  (EpoGRIFOS F41 40 $\mu$ , Isotone P20 HB 60 $\mu$ , Isotone P20 HB 60  $\mu$ ):

- ritocchi puntuali parti ferro nudo/molto danneggiate: tipo EPOGRIFOS F41 (Camerini & C.)
- primer: tipo EPOGRIFOS F41 Ral 9003 (Camerini & C.)
- 2 mani a finire: tipo ISOTONE P20 HB Ral 9010 (Camerini & C.)

Si evidenzia che l'EPOFRIFOS F41, così come indicato anche in scheda tecnica, lo spessore consigliato è 40 $\mu$ .

b) Ciclo di verniciatura "moderno" (in alternativa al precedente e preferibile per la qualità garantita dai prodotti)

Si propone inoltre un ciclo alternativo basato su applicazione di 2 mani complete dei prodotti vernicianti:

- ritocchi puntuali parti ferro nudo/ molto danneggiate: tipo EPOGRIFOS F41 (Camerini & C.)
- primer: tipo EPOGRIFOS F41 Ral 9003 (Camerini & C.)
- 1 mano a finire: tipo GRIFOS 680 Ral 9010 (Camerini & C.)

Rispetto al ciclo "tradizionale" il ciclo sopradescritto arriva a uno spessore massimo di 120  $\mu$ . Nonostante lo spessore relativamente basso garantisce una durabilità nel tempo simile. Il prodotto tipo GRIFOS 680 è una finitura a base di resine sintetiche monocomponente e a basso contenuto di solventi. Tali caratteristiche sono migliorative dal punto di vista di sicurezza dei lavoratori, ma anche dal punto di vista dell'impatto ambientale.

OPERE PER RIPRISTINO CORRETTO SCOLO ACQUE AL PIEDE STRUTTURE RETICOLARI

Risulta, inoltre, indispensabile assicurare il corretto scolo delle acque piovane che possono accumularsi durante le precipitazioni sopra i plinti in cls all'interno della struttura metallica.

Oltre alla pulizia dei fori di scolo già presenti dovranno essere realizzati 2 fori di diametro 8mm su ogni lato della struttura metallica. Successivamente all'interno della "vasca", opportunamente preparata, dovrà essere realizzato un rivestimento di alto spessore, che si propone tipo EPOGRIFOS ASA TAR (Camerini & C.) quale rivestimento epossicatrame senza solvente bicomponente con ottime caratteristiche di resistenza anticorrosiva in condizioni di esercizio fortemente aggressive, quale potrebbe essere un ristagno d'acqua piovana.

**RELAZIONE TECNICO ESTIMATIVA DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI  
PER IL RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE DELL'ANTENNA RAMO E/O  
DEL RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD" DI MEDICINA (BO)**

---

**7. ELENCO ALLEGATI**

- **ALLEGATO 1:**      **RELAZIONE PRELIMINARE STATO RADIOTELESCOPIO "CROCE DEL NORD",  
MAGGIO 2016 (REDATTA DA INAF-IRA).**
  
- **ALLEGATO 2.A:**    **INDAGINI DIAGNOSTICHE REALIZZATE SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN  
CALCESTRUZZO ARMATO – RELAZIONE**
  
- ALLEGATO 2.B:**    **INDAGINI DIAGNOSTICHE REALIZZATE SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN  
CALCESTRUZZO ARMATO – ELABORATO RISULTATI**
  
- **ALLEGATO 3:**      **RELAZIONE TECNICA N° CND 22/511 (INDAGINI A CAMPIONE SULLE GIUNZIONI  
SALDATE DELLE STRUTTURE METALLICHE IN ELEVAZIONE)**
  
- **ALLEGATO 4:**      **STIMA COSTI DELLE PRESTAZIONI E DEGLI INTERVENTI NECESSARI PER IL  
RIPRISTINO DEL CORRETTO STATO DI MANUTENZIONE**