



Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

Number	199
Publication Year	2022
Acceptance in OA@INAF	2022-11-28T09:54:31Z
Title	Proposta di rinnovamento dell'antenna parabolica VLBI di Noto (SR)
Authors	POLI, Alessandro, MORSIANI, MARCO, ORLATI, ANDREA, CONTAVALLE, Corrado, NOCITA, Carlo, PLATANIA, Pier Raffaele
Affiliation of first author	IRA Bologna
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/32730 , https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/199

Poli Alessandro ^[1], Morsiani Marco ^[1], Orlati Andrea ^[1], Contavalle Corrado ^[2],
Nocita Carlo ^[2], Platania Pier Raffaele ^[2]

Proposta di rinnovamento dell'antenna parabolica VLBI di Noto (SR)

[1] INAF, Istituto di Radioastronomia di Bologna, Via Fiorentina, 3513, Medicina (BO)

[2] INAF, Istituto di Radioastronomia di Bologna, Contrada Renna Bassa snc, Noto (SR)

Sommario

Premessa	3
Interventi proposti	3
Smantellamento impianti	3
Pulizia antenna	4
Installazione prefabbricati primo livello alidada	4
Installazione di canale e catene porta-cavi	5
Nuovo impianto elettrico	8
Spostamento della <i>drive cabinet</i>	11
Impianto trasmissione dati	11
Impianto trasmissione radiofrequenza	11
Impianti di raffrescamento acqua e condizionamento vertex room	12
Impianto di distribuzione dell'elio criogenico	14
Installazione impianto distribuzione azoto	15

Premessa

L'INAF-Istituto di Radioastronomia, nell'ambito della continua manutenzione e del rinnovamento delle antenne in servizio propone un intervento di manutenzione straordinaria all'antenna per VLBI della stazione di Noto (SR). L'intervento in oggetto si rende necessario in quanto l'antenna e i relativi impianti (attualmente in servizio) sono stati realizzati nel 1988 e sono quindi in servizio da 34 anni. Questo, nello specifico, vale per l'impianto elettrico, per l'impianto di climatizzazione della vertex, per l'impianto dell'elio criogenico (attualmente fruibile per un solo ricevitore), per la trasmissione della radio frequenza realizzata con i cavi coassiali e gli impianti di trasmissione dei dati che sfruttano ancora connessioni seriali.

I principali interventi che sono stati eseguiti negli anni sono:

- Installazione del ricevitore in fuoco primario in banda SX nel 1993
- Installazione della nuova movimentazione del subriflettore (con la nuova possibilità di traslarlo lateralmente) nel 1998
- Rifacimento dello specchio primario e installazione della superficie attiva nel 2001
- Installazione del nuovo servosistema di movimentazione antenna della Vertex Antennentechnik nel 2002. In questo caso si è mantenuto inalterato il cablaggio originale (con la *drive cabinet* posizionata dentro l'edificio della stazione)
- Installazione del nuovo ricevitore in banda SX nel 2019 – in questo contesto sono solamente state posate le fibre ottiche dal fuoco primario
- Installazione della nuova movimentazione del subriflettore nel settembre 2021 (analoga a quella di Medicina del 2014) con il solo intervento in apex

Interventi proposti

A distanza di 34 anni dalla realizzazione dell'antenna e di ormai 20 dalla maggior parte degli interventi radicali si rende necessario intervenire su tutti gli impianti installati rinnovandoli e/o rifacendoli avendo come riferimento le soluzioni adottate sull'antenna "gemella" di Medicina (BO). In particolare le infrastrutture dell'antenna devono essere predisposte per l'installazione del futuro ricevitore tri-band previsto dal progetto PON "Ricerca e Innovazione". Prima di installare il nuovo ricevitore, che si tratta di un apparato molto raffinato, si intende infatti far sì che l'antenna presenti la massima affidabilità e la massima semplicità in termini di manutenzione. Si necessita di un impianto elettrico affidabile e sicuro con le linee ben definite e correttamente dimensionate; si vogliono poi realizzare nuove linee dell'elio criogenico con i relativi compressori criogenici in modo da avere un nuovo sistema dell'elio criogenico totalmente pulito per non contaminare la nuova testa fredda del ricevitore e per garantirne in maniera efficiente il raffreddamento a temperature criogeniche. Inoltre, essendo il ricevitore stesso un apparato particolarmente delicato, si vuole far sì che la *vertex room*, che lo ospiterà, sia completamente sigillata e climatizzata con un sistema affidabile e preciso. Non ultima la necessità di avere un sistema di trasmissione dati (sia radiofrequenza sia di rete) molto veloce, immune ai disturbi e con la possibilità di lavorare con delle bande molto larghe. Di seguito si entrerà nel dettaglio degli interventi che si intendono effettuare.

Smantellamento impianti

Una prima fase del lavoro da svolgere è quella della rimozione di tutti gli impianti attualmente esistenti e la successiva pulizia dell'antenna. In tal modo sarà possibile procedere ad installare i nuovi impianti e le nuove soluzioni proposte. In particolare si andrà a rimuovere tutto l'impianto elettrico a bordo dell'antenna inclusi i cavi

che sono collegati in cabina elettrica e dentro la palazzina della Stazione nella stanza di controllo dell'antenna. Dovranno essere rimossi anche tutti i cavi che collegano motori, sensori etc. alla *drive cabinet*. I cavi ancora in buone condizioni saranno riutilizzati per fare i nuovi collegamenti di questi dispositivi. Saranno inoltre da rimuovere tutte le altre apparecchiature tra cui cavi coassiali, fibre ottiche (e relative scatole di derivazione etc.), impianti di raffrescamento e criogenici e gli apparati elettronici e ricevitori posti nella *vertex room*.

Di tutti gli apparati rimossi alcuni (previa verifica di buono stato) saranno riutilizzati e saranno stoccati provvisoriamente (fino al rimontaggio) in locale al riparo dalle intemperie.

Pulizia antenna

In occasione dell'intero smontaggio delle apparecchiature posizionate sull'antenna si provvederà alla pulizia completa ed accurata di tutta la struttura dell'antenna e del cavidotto che collega la palazzina al basamento. Avendo infatti rimosso tutti i dispositivi non vi sarà rischio di fare danni.

Installazione prefabbricati primo livello alidada

Si intendono installare due nuovi prefabbricati al primo livello dell'antenna: uno sarà l'A.E.R. (*Alidada Equipment Room*) che conterrà principalmente la *drive cabinet* e il primo quadro di distribuzione elettrica installato a bordo dell'antenna, il cosiddetto QANT; l'altro prefabbricato sarà il C.E.R. (*Compressor Equipment Room*) che conterrà il quadro elettrico di alimentazione, il QCRIQ, i compressori criogenici e tutta la parte di gestione e controllo del raffrescamento dell'acqua.

Un prefabbricato del tutto analogo all'A.E.R. è presente anche sull'antenna di Medicina da anni. Col tempo ci si è resi conto di alcuni vantaggi portati. Spostando la *drive cabinet* sull'antenna in effetti si riduce la lunghezza dei cavi che la collegano sia ai motori sia ai trasduttori. Questo porta ad aumentare l'affidabilità generale dei cavi e a migliorare notevolmente le performance in termini di conformità EMC. Un ulteriore vantaggio che si consegue da questo punto di vista è la netta semplificazione del cablaggio riducendo anche notevolmente il numero dei cavi che passano nella catena portacavi.

Un secondo prefabbricato sarà poi installato allo stesso livello e posto specularmente all'A.E.R. Questo secondo prefabbricato (il C.E.R.) conterrà un quadro elettrico dedicato a tutte le utenze del prefabbricato stesso (luci, prese di servizio, condizionatore, etc.) e a tutti i dispositivi relativi al condizionamento ed ai compressori criogenici. Per quanto riguarda la criogenia vi sarà la predisposizione per tre compressori: questo permetterà in futuro di utilizzare contemporaneamente più ricevitori: si utilizzerebbe così la *frequency agility*. Un altro vantaggio apportato, di natura prettamente pratica, sarà invece il posizionamento dei compressori all'interno. Questo li preserverà dall'invecchiamento e dal danneggiamento dovuti alle intemperie. I compressori, inoltre, si troveranno in questo modo vicino al proprio sistema di raffreddamento (le macchine frigorifere saranno posizionate subito fuori dal prefabbricato mentre tutto il sistema di controllo raffrescamento dentro al prefabbricato). Altro aspetto positivo che si evidenzia è la migliorata facilità nella manutenzione dato che i compressori saranno posizionati al primo piano dell'alidada. Si precisa che le linee dell'elio saranno calcolate per avere le minori perdite possibili.

Entrambi i prefabbricati avranno il loro impianto di condizionamento e di illuminazione e porte a vetri e una dimensione indicativa di 2,4 x 4,5 x 3 metri.



Figura 1 Posizionamento del fabbricato A.E.R. a Medicina (BO)

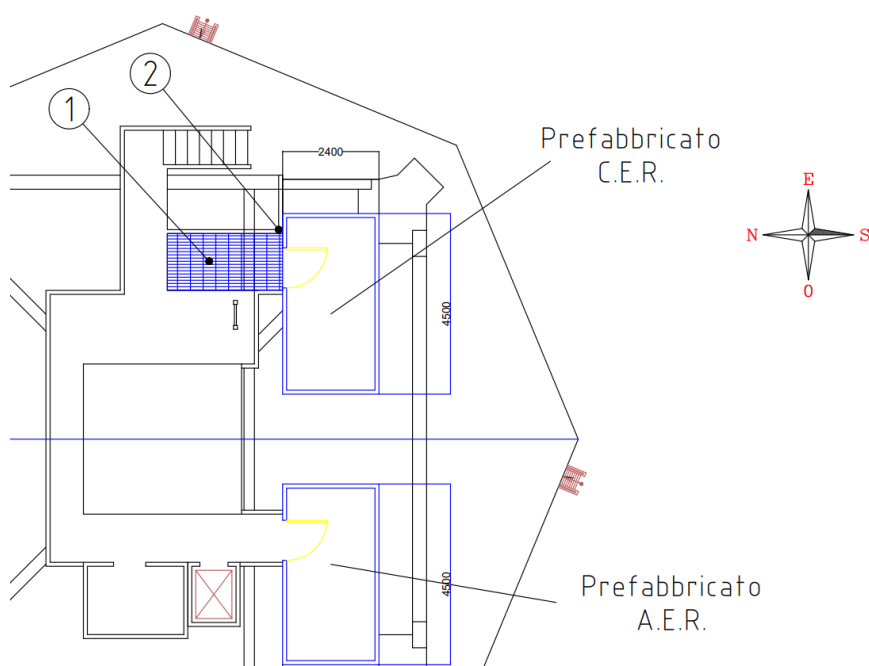


Figura 2 Posizionamento dei prefabbricati

Installazione di canale e catene porta-cavi

Si intendono installare sulla struttura dell'antenna canale portacavi, ancoraggi e quanto necessario per la posa dei cavi e delle tubazioni a servizio degli impianti di distribuzione dell'energia elettrica, del servosistema di movimentazione antenna, del sistema di trasmissione dati, degli impianti di climatizzazione e distribuzione dell'elio. Si intende inoltre installare una catena portacavi per l'asse di elevazione. I percorsi delle canale saranno del tutto analoghi a quelli realizzati sull'antenna di Medicina. Le canale saranno realizzate in materiali adatti alla posa all'esterno (es. acciaio zincato a caldo) e saranno montate in modo da permettere la verniciatura dell'antenna.



Figura 3 Canala portacavi a Medicina

Si prevedono nello specifico le seguenti canale porta-cavi:

- Canala 1 A-B: dedicata principalmente alle utenze installate in *vertex room* e in fuoco primario (*apex*)
- Canala 2: dedicata principalmente al servosistema
- Canala 3: dedicata principalmente alle alimentazioni e alla trasmissione dati sulla tratta Palazzina principale - Antenna

Si precisa che oltre alle tre canale elencate saranno installate anche tutte quelle necessarie ai cavi che collegano tutti i rimanenti apparati come i motori, gli attuatori degli *stow pin* e gli *switch* di fine corsa di azimut, i quadri di servizio dell'impianto elettrico, l'ascensore e quant'altro facente parte degli impianti. L'installazione delle canale fornisce un supporto per l'installazione dei cavi e una loro protezione durante i movimenti dell'antenna.

Si intende inoltre installare una catena portacavi (*cable wrap*) di elevazione che darà sostegno e protezione ai cavi che passano dalla parte fissa alla parte mobile in elevazione. Attualmente questo dispositivo è installato a Medicina ma non a Noto. L'installazione ricalcherà fedelmente quanto installato attualmente a Medicina ma possibilmente con una sola catena: questo riduce notevolmente la complessità anche in installazione.



Figura 4 Catena di elevazione di Medicina (BO)

Si propone poi di posare un percorso portacavi verso l'*apex* e verso la *vertex room*.

Il percorso verso l'*apex* sarà composto da:

- Fune in acciaio inox che parte in prossimità della catena portacavi di elevazione e passando attraverso la struttura reticolare del cesto raggiunge la gamba sud-ovest del quadrupode. Tale fune è già installata. Si intende verificarne lo stato ed eventualmente metterne in pratica la sostituzione completa o parziale qualora deteriorata e/o compromessa
- Canala in acciaio zincato fissata alla gamba sud-ovest del quadrupode. Tale canala è già installata: sarà verificato il suo stato e se rovinata se ne valuterà la sostituzione

Il percorso verso la *vertex room* avrà le seguenti caratteristiche e parti:

- Funi di acciaio inox e canale che partano dalla catena portacavi di elevazione e raggiungano i due punti d'ingresso alla *vertex room*
- Saranno predisposti dei telai di supporto per le tubazioni dell'acqua refrigerata dell'impianto di climatizzazione e per le linee dell'elio. I telai di supporto saranno fatti in maniera tale che il punto di rotazione delle tratte flessibili delle linee elio e acqua siano coincidenti con l'asse di rotazione dell'antenna in elevazione
- L'ingresso dei cavi elettrici, delle fibre ottiche e delle linee dell'elio e dell'acqua nella *vertex room* deve avvenire attraverso i passa-paratia Roxtec già installati sulla parete ovest. Sarà fondamentale verificare le dimensioni dei moduli di chiusura dei Roxtec ed eventualmente acquistare quelli adatti.



Figura 5 Ingresso tubi e cavi nella V.E.R. Vertex Equipment Room tramite Roxtec

Per installare il servosistema a bordo del prefabbricato A.E.R. e in generale per la nuova installazione degli impianti sull'antenna di Noto si propone di effettuare una nuova apertura dalla cabina che contiene la catena portacavi di azimut simile a quella realizzata sull'antenna di Medicina (BO). Serviranno inoltre delle canale porta-cavi che permettano l'ingresso dei cavi dalla parte inferiore ai prefabbricati.

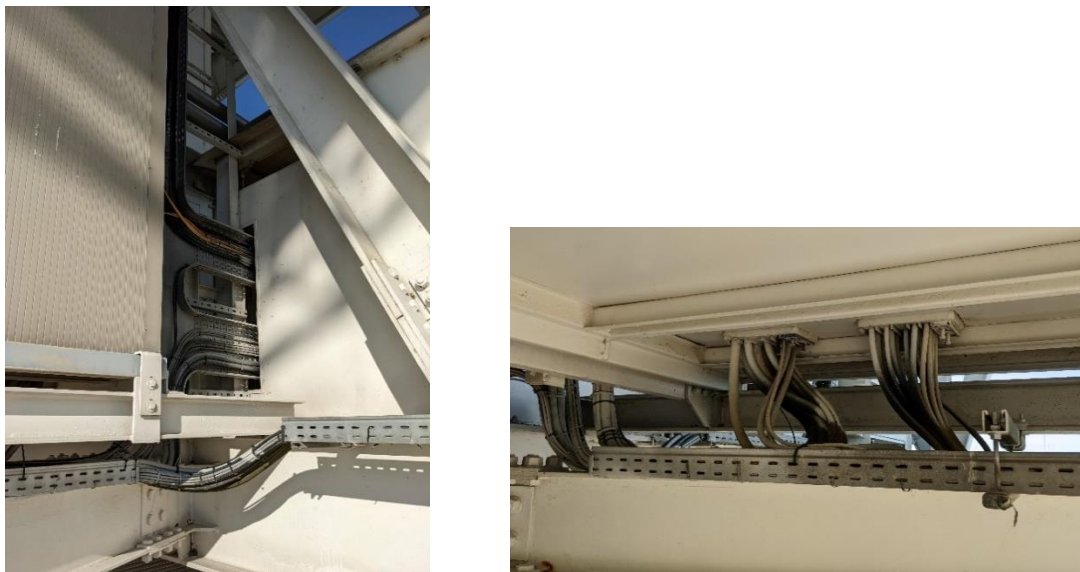


Figura 6 Uscita cavi da catena di azimut e passerella sotto a prefabbricato di Medicina (BO) come esempio

All'interno dell'operazione si intende anche revisionare le passerelle installate nel cavidotto di collegamento stazione – antenna e l'eventuale sostituzione se necessario.

Nuovo impianto elettrico

Si propone la progettazione e la completa realizzazione di un nuovo impianto di distribuzione dell'energia elettrica sull'antenna. Il nuovo impianto dovrà fornire l'energia elettrica a tutti gli apparati installati sull'antenna.

Si rileva la necessità di rifare completamente l'impianto elettrico per diverse motivazioni. Il primo motivo per cui si pensa di rifare l'impianto è l'invecchiamento dei materiali. Questo fa sì che l'affidabilità di alimentazione sia

ridotta e che ormai i cavi non siano più rispondenti alle normative vigenti. Una seconda motivazione per il rifacimento sono le diverse esigenze di alimentazione dovute sia al cambiamento dell'antenna avuto negli anni sia alle modifiche che si propongono con questo intervento. Come ultima osservazione si porta in evidenza che si è pensato ad una struttura dell'impianto elettrico il più possibile semplificata. Questo consentirà di avere pochi cavi nelle catene porta-cavi, di togliere l'alimentazione a tutta l'antenna con poche e semplici manovre e, soprattutto, consentirà di apportare eventuali modifiche agendo solamente in antenna e non nella cabina elettrica della stazione.

In particolare l'impianto elettrico avrà due alimentazioni: una, definita **privilegiata**, alimentata sia da rete diretta sia da gruppo elettrogeno che avrà una potenza di circa 80 kVA e una, **di continuità** (o **UPS**), con potenza di circa 20 kVA che fornirà alimentazione a tutte le apparecchiature che non possono tollerare nemmeno le minime interruzioni.

I quadri che si propone di realizzare sono i seguenti:

QBAS posizionato nel basamento dell'antenna per alimentare le utenze del basamento e come quadro di "smistamento" per la parte superiore

QANT quadro di alimentazione principale delle utenze dell'antenna nel locale A.E.R.

QCRIQ quadro di alimentazione di tutte le utenze criogeniche e di condizionamento

QVERT quadro di alimentazione delle utenze poste in *vertex room*

QAPEX quadretto con dei sezionatori di servizio per accendere e spegnere le alimentazioni della movimentazione del subriflettore e dei ricevitori in fuoco primario

Oltre a questi quadri elettrici principali saranno installati anche dei quadretti prese di servizio nei vari locali e in diversi punti anche esterni dell'antenna.

All'interno dell'operazione di rifacimento degli impianti elettrici è considerato anche il rifacimento del collegamento di terra tra l'alidada e i collettori di terra posti nella parte centrale della fondazione.

Spostamento della *drive cabinet*

Uno dei principali interventi che si intende realizzare con questo intervento di ammodernamento complessivo dell'antenna VLBI di Noto è il completo rifacimento del cablaggio del servo-sistema comprensivo dello spostamento della *Drive Cabinet* e della *A.C.U.* dalla attuale posizione interna alla stazione di Noto (vicino al quadro Q2 che si userà per l'alimentazione dell'antenna) all'apposito prefabbricato (A.E.R., *Alidada Equipment Room*) posto sulla alidada. Il cablaggio seguirà quanto riportato negli schemi elettrici e nei *wire list* relativi al servosistema (documentazione Vertex Antennentechnik e documentazione IRA INAF) e utilizzando tutti i dati e le informazioni ricavate durante le fasi di scollegamento effettuato in precedenza. Per effettuare questo spostamento è necessario installare l'apposito prefabbricato di cui si è già parlato in precedenza (A.E.R.). Lo spostamento degli apparati di controllo/comando dall'edificio della stazione al prefabbricato sull'antenna darà alcuni vantaggi: l'eventuale manutenzione degli apparati di movimentazione sarà fatta direttamente a bordo dell'antenna avendo una maggior visione d'insieme e un maggior controllo anche a livello di movimentazione. In secondo luogo, come già riportato in precedenza, si ha un notevole accorciamento dei cablaggi con conseguenti vantaggi in termini economici, a livello di EMC, di semplificazione del cablaggio e di riduzione dell'occupazione della catena portacavi di azimut.

Impianto trasmissione dati

Per migliorare le prestazioni della trasmissione dati si intende installare un'infrastruttura basata su fibre ottiche multimodali OM3 che permettono una maggior velocità di trasmissione su tratte più lunghe. L'*hardware* in fibra ottica OM3 permette di utilizzare e veicolare i più recenti sistemi LAN e i vari bus di campo. Basta pensare che con fibra OM3 i dati possono percorrere mediamente 300 metri a 10Gbit/s mentre con i classici cavi in rame alla stessa velocità si arriva mediamente a coprire una distanza massima di alcune decine di metri (mediamente a velocità inferiori). Questa nuova infrastruttura sarà dedicata a tutte le telecomunicazioni legate ai dati di controllo, comando e diagnostica dell'antenna.

Impianto trasmissione radiofrequenza

Analogamente a quanto proposto per la trasmissione dati, si ha intenzione di passare completamente alla fibra ottica anche per la trasmissione dei dati a radiofrequenza (i dati ricavati dalle osservazioni). In questo caso si utilizzeranno solo ed esclusivamente fibre ottiche di tipo monomodale 9/125 μm . Il sostanziale vantaggio di questo tipo di trasmissione rispetto ai cavi coassiali ancora parzialmente presenti sull'antenna è la trasmissione di bande particolarmente larghe (anche 20 GHz) con attenuazione non dipendente dalla frequenza (le bande trasmesse sono "piatte"). Si può inoltre annoverare tra i vantaggi della fibra ottica rispetto al cavo coassiale la maggiore immunità al rumore e ai disturbi elettromagnetici.

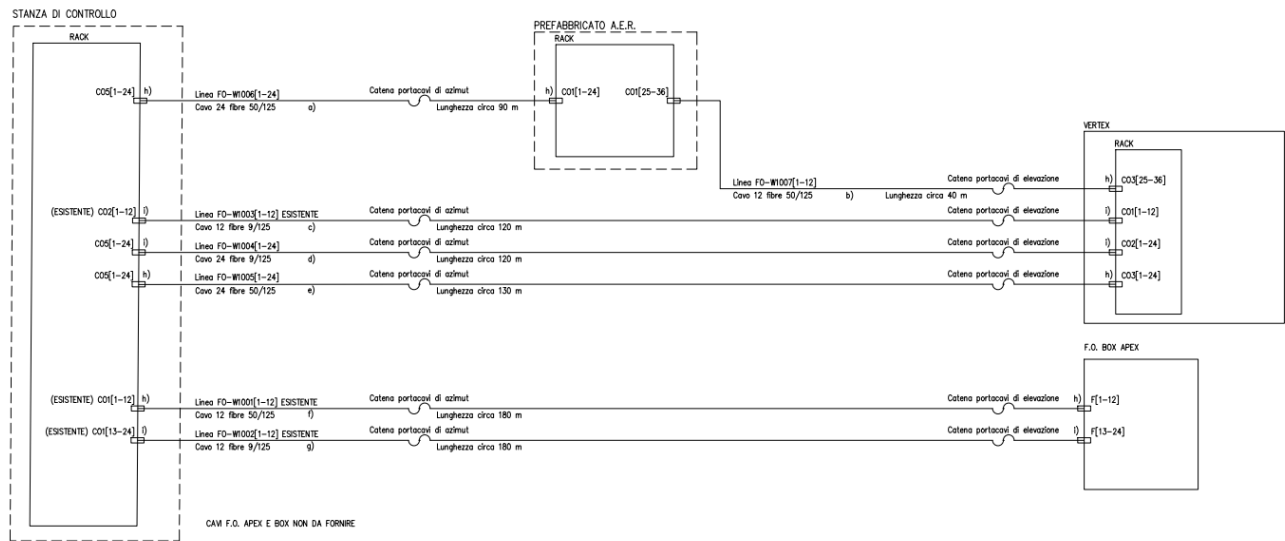


Figura 8 Schema di principio fibre ottiche

Impianti di raffreddamento acqua e condizionamento vertex room

Si ritiene necessaria la realizzazione di un nuovo impianto per il raffreddamento ad acqua dei compressori criogenici e di un nuovo impianto di climatizzazione del locale *Vertex Equipment Room* (V.E.R.).

Il sistema si baserà sulla realizzazione di un unico impianto di raffreddamento e distribuzione di acqua refrigerata (7/12°C) che andrà a servire direttamente l'impianto di climatizzazione della *vertex room* (V.E.R.) e attraverso un circuito secondario operante a temperatura più elevata (22/27°C) il raffreddamento dei compressori criogenici che, per loro necessità tecnica, richiedono acqua refrigerata a temperatura più bassa.

In un primo momento verrà utilizzata la macchina attualmente installata sull'antenna di Noto con la predisposizione però dell'impianto per due macchine refrigeratrici che verranno installate in un secondo momento. Le macchine refrigeratrici saranno posizionate al primo livello a fianco della C.E.R. in modo da facilitare la manutenzione.

Tutta la parte di impianto dedicata ai compressori criogenici sarà posizionata dentro al C.E.R. assieme ai dispositivi di controllo. Per i compressori criogenici, come già detto, sarà realizzato un circuito secondario che fornirà acqua raffreddata a 22/27 °C. Vi sarà invece una parte di impianto che collegherà la *vertex room*. Quest'ultima dovrà essere dotata di un apposito termoconvettore con vasca di raccolta della condensa "a L" che permetta appunto la raccolta della condensa con l'antenna posizionata da 0° a 90° di elevazione senza problemi. Oltre al sistema a tre vie che regola l'afflusso dell'acqua fredda al termoconvettore vi sarà la parte di riscaldamento a resistenza elettrica con parzializzatore. Questo sistema con refrigerazione e riscaldamento separati ed indipendenti permette una regolazione molto fine, stabile ed accurata della temperatura, cosa che è richiesta dagli apparati installati in *vertex room*. Prima di procedere con l'installazione del nuovo sistema di climatizzazione della *vertex* sarà necessario svolgere un'attenta analisi della corretta sigillatura, verificando che non vi siano in alcun punto delle infiltrazioni di acqua o dei punti in cui si possano verificare. Nel caso in cui vi siano questo tipo di problematiche si dovrà provvedere con apposite operazioni di ripristino della tenuta.



Figura 9 Macchine per refrigerazione acqua a Medicina



Figura 10 Linee acqua refrigerata allo snodo di elevazione a Medicina

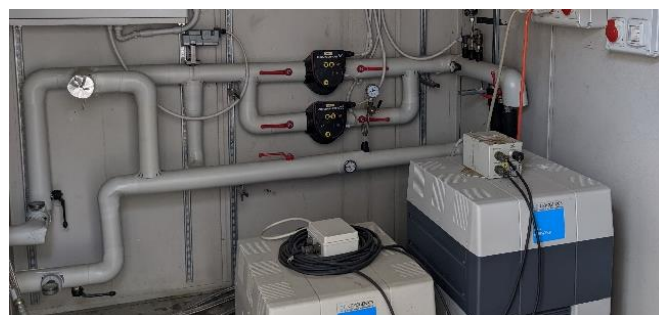


Figura 11 Refrigerazione compressori criogenici a Medicina



Figura 12 Termoconvettore vertex room

Impianto di distribuzione dell'elio criogenico

Come già accennato si ritiene importante rifare completamente il sistema di distribuzione dell'elio. Questo permetterà di posizionare come già anticipato i compressori criogenici al primo livello in quella che sarà chiamata *Compressor Equipment Room* con tutti i vantaggi in termini di comodità di manutenzione e gestione. Con la nuova distribuzione dell'elio si ha intenzione di realizzare le due linee di andata e ritorno per l'elio criogenico fino alla *vertex room*. Le linee, che saranno composte da tre tratte di tubazioni flessibili, precaricate con elio a 250 PSI complete di connettori ermetici, saranno posate su appositi supporti o canale lungo le travature dell'alidada e sulla struttura dell'antenna fino ad entrare nella "*vertex room*". Si precisa che le linee dell'elio saranno dimensionate per avere le minori perdite di carico possibili. Anche per quanto riguarda le linee dell'elio criogenico sarà posta particolare attenzione allo snodo delle tubazioni nel punto di rotazione in elevazione, come riportato in figura 13.



Figura 83 Snodo in elevazione dei tubi dell'elio a Medicina

Contestualmente alla realizzazione delle nuove linee dell'elio criogenico saranno realizzate anche le nuove linee di alimentazione elettrica delle teste fredde che porteranno appunto l'alimentazione elettrica alle teste fredde dei ricevitori radioastronomici posizionati nella *vertex room*.

Installazione impianto distribuzione azoto

A completamento di tutte le opere di rinnovamento dell'antenna sarà necessario realizzare un piccolo impianto di distribuzione di azoto allo stato gassoso avente come origine il riduttore di pressione posto nel cunicolo sotterraneo in prossimità della palazzina centrale e come destinazione la *vertex room* e l'apex.