



**AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO
SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE**

SPECIFICHE TECNICHE

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'IMPIANTO DELLA FORNACE
SOLARE A ELEVATA CONCENTRAZIONE PRESENTE PRESSO IL C.R. ENEA
PORTICI**

ING. CARMINE CANCRO

ING. GABRIELE CINIGLIO

OTTOBRE 2022

SPECIFICHE TECNICHE

OGGETTO

Presso il Centro di Ricerche ENEA di Portici (NA), è stato realizzato un impianto sperimentale col quale condurre prove ed esperimenti per l'impiego delle tecnologie solari ad alta temperatura. L'impianto è costituito (vedi Fig.0) sostanzialmente da:

- a) eliostato piano che riflette i raggi del sole sempre in una stessa direzione coincidente con quella geografica Nord-Sud;
- b) specchio primario (cd. Paraboloide) che concentra i raggi provenienti dall'eliostato piano su un ricevitore termico raffreddato mediante un fluido termovettore;
- c) un circuito di raffreddamento, che ha il compito di asportare il calore prodotto nel ricevitore e trasportarlo al sistema utilizzatore;
- d) un sistema utilizzatore, che opera la trasformazione del calore nel prodotto dell'impianto che può essere una diversa forma di energia o un combustibile (ad es. idrogeno);
- e) un sistema di accumulo che consente di accumulare il calore nei periodi in cui non è in funzione il sistema utilizzatore;
- f) una serie di componenti di servizio, accessori e di sicurezza.

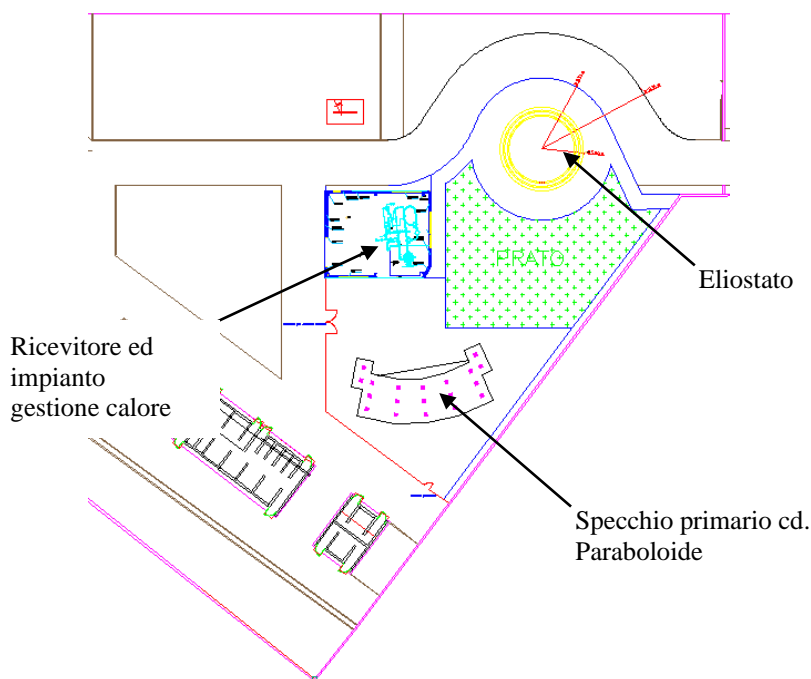


Fig.0-Planimetria dell'impianto Fornace solare EliosLab

Sull'eliostato sono stati montati 100 specchi piani che riflettono la luce sugli specchi concentratori montati sul paraboloide. I lavori oggetto del presente capitolato riguardano le seguenti operazioni:

1. manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza dell'eliostato piano intervenendo sul sistema di movimentazione;
2. sostituzione degli specchi dell'eliostato piano
3. messa in sicurezza della copertura mobile ad impacchettamento verticale montata sulla facciata Nord della struttura dello Specchio Primario

4. installazione barriere di sicurezza ad infrarossi nell'area di lavoro tra lo specchio primario ed il ricevitore

Si riportano di seguito le specifiche per ognuna delle attività suddette

Si precisa che, oltre alla manodopera specializzata, anche tutte le attrezzature ed i mezzi di movimentazione e sollevamento necessari all'esecuzione delle suddette attività sono a carico della Ditta appaltatrice.

Per trasporto e consegna dei materiali e dei mezzi di movimentazione, si fa notare, inoltre, che il suddetto Centro, ubicato in Località GRANATELLO del comune di Portici (NA), è accessibile esclusivamente tramite un sottopasso ferroviario che ha una altezza utile pari a 3.70 metri.

Operazione 1:

MESSA IN SICUREZZA DELL'ELIOSTATO DELL'IMPIANTO SOLARE A CONCENTRAZIONE DEL PROGETTO ELIOSLAB NEL C.R. PORTICI

L'operazione ha per oggetto l'esecuzione dei lavori di manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza dell'Eliostato piano realizzato nell'ambito del Progetto Elioslab nel Centro Ricerche di Portici.

L' "Eliostato" è costituito essenzialmente da una superficie specchiante complessiva di 120 mq, composta da specchi piani e relativa struttura di sostegno e movimentazione. Il piano degli specchi ruota intorno ad un asse orizzontale posto a circa 6 metri dal piano di calpestio. L'intero eliostato a sua volta può ruotare intorno ad un asse verticale.

L'impianto si completa con una seconda struttura denominata Specchio Primario o "paraboloide" che è alta circa 12.80 metri ed è costituita da n° 108 specchi concavi nonché da una struttura di sostegno degli specchi (vedi figura 1).

Entrambe le strutture sono state realizzate e collaudate. I lavori di costruzione sono terminati nell'anno 2011, sono ubicate all'interno del Centro Ricerche di Portici in vicinanza del mare, pertanto soggette alle intemperie e alla corrosione dovuta alla salsedine.



Figura 1: eliostato e paraboloide

La presente specifica ha per oggetto dei lavori di manutenzione straordinaria da effettuare sull'attuatore "di destra" e delle operazioni di manutenzione ordinaria sul sistema di movimentazione intorno all'asse verticale (moto di azimuth). I due attuatori consentono la rotazione del piano degli specchi intorno all'asse orizzontale (moto di elevazione).

Lavori su attuatori di elevazione

L'attività consiste nello smontare e revisionare entrambi gli attuatori che consentono la rotazione dello specchio attorno all'asse orizzontale (movimento di elevazione). In Figura

2 si riporta una foto dell'attuatore destro (guardando l'eliostato dal retro degli specchi) che ne evidenzia i componenti principali.

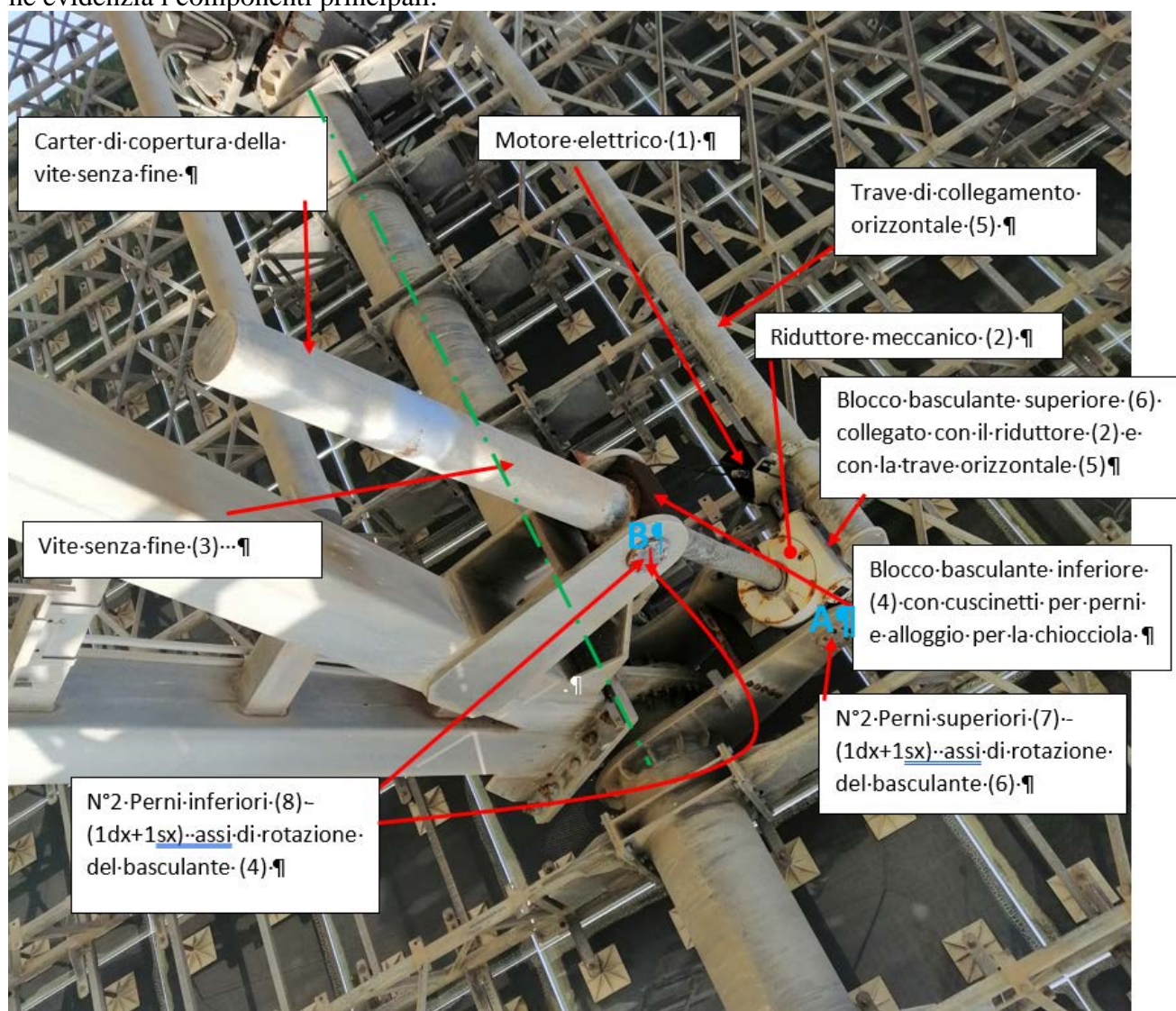


Fig2- Vista del sistema di movimentazione in elevazione dell'eliostato

Descrizione del funzionamento del sistema

Si tratta di un sistema a vite senza fine con chiocciola a ricircolo di sfere. Con riferimento alla figura 2, durante il giorno la distanza tra i punti A (solidale al piano degli specchi e quindi mobile) e B (solidale alla struttura di base e quindi fisso) varia provocando la rotazione attorno all'asse orizzontale dell'intero piano degli specchi (linea verde tratteggiata in Fig.2). Il movimento parte da un motore elettrico (1) collegato ad un riduttore meccanico (2) il cui albero cavo lento è collegato ad una estremità della vite senza fine (3). Il riduttore meccanico (2) è montato sul blocco basculante superiore (6) che è incernierato in A alla struttura mobile mediante la coppia di perni superiori (7).

La vite si impegna in una chiocciola a ricircolo di sfere fissata all'interno del blocco basculante inferiore (4): a seconda del senso di rotazione della vite (3) si ottiene un allontanamento o un avvicinamento dei punti A e B e quindi la rotazione oraria o antioraria del piano degli specchi rispetto all'asse orizzontale. Anche il basculante inferiore (4) è incernierato alla struttura fissa mediante una coppia di perni (8). I due

blocchi basculanti devono poter oscillare intorno ad i rispettivi assi orizzontali in modo da consentire alla vite di variare liberamente la propria inclinazione nel piano verticale durante la rotazione. Come suddetto, le cerniere di tali blocchi sono in corrispondenza dei punti A e B e sono costituiti per ogni blocco da una coppia di perni che si impegnano in due cuscinetti solidali al blocco basculante.

Descrizione del problema riscontrato

Durante gli ultimi mesi di funzionamento dell'eliostato sono stati riscontrati più volte degli assorbimenti di corrente anomali da parte del motore (1) che aziona i due cinematismi. Pertanto, si è tentato di regolare i due attuatori, controllando gli assorbimenti elettrici dei due motori. Nonostante ciò, il meccanismo dell'attuatore di destra si è bloccato non consentendo alcun movimento.

Descrizione dell'intervento di ripristino

L'intervento da attuare consiste nello smontaggio di entrambi i gruppi di movimentazione in elevazione, nella loro revisione completa e nel rimontaggio dei gruppi revisionati, secondo quanto di seguito riportato.

Smontaggio dei gruppi

Si premette che tale attività è classificabile come "lavoro in altezza" in quanto realizzata ad una quota tra i 4m ed i 6m di altezza dal piano di calpestio e pertanto la Ditta dovrà attuare tutto quanto previsto dalla normativa in merito alla sicurezza in tali casi (D. Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.).

Si procederà a smontare prima il gruppo di destra e poi quello di sinistra.

Smontaggio del gruppo di destra

Prima di procedere allo smontaggio il gruppo va imbracato ed assicurato ad un braccio meccanico mobile in grado di sorreggerne il peso in caso di improvvisi cedimenti e di movimentarlo con agilità durante le fasi di rimozione dalla struttura.

La prima operazione da fare è quella di svincolare la trave di collegamento orizzontale (5) dal basculante superiore (6) a cui è vincolata tramite n°4 perni M12x45 (Figura 3)

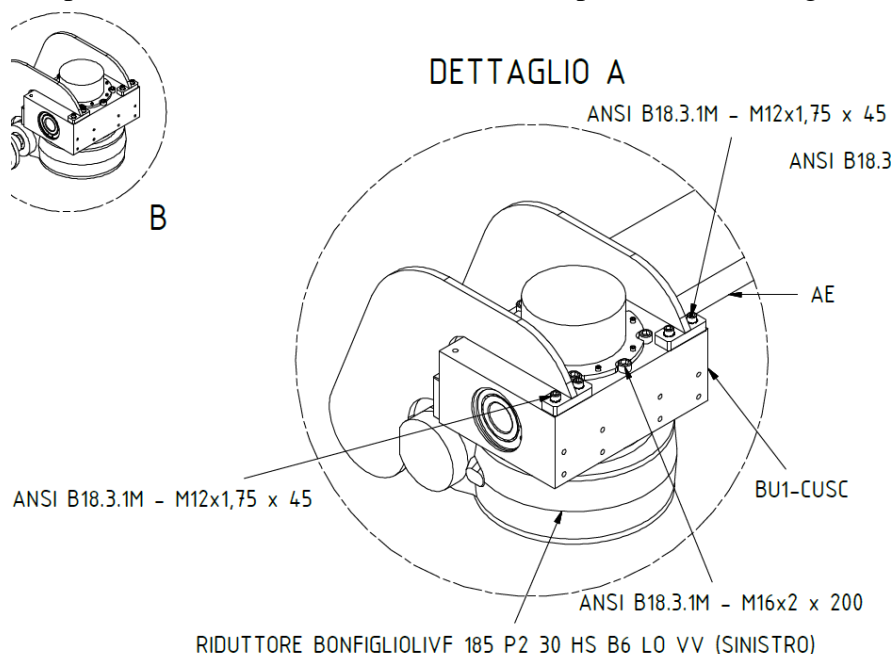


Fig.3- Dettaglio del sistema di vincolo tra la travedi collegamento orizzontale ed il basculante superiore

Tale trave dovrà quindi essere vincolata saldamente al piano di supporto degli specchi mediante apposite cravatte metalliche o imbracature di sicurezza predisposte e montate dalla Ditta al fine di evitare che il componente possa oscillare rimanendo vincolato rigidamente solo all'oscillante superiore dell'altro gruppo di attuazione (il destro).

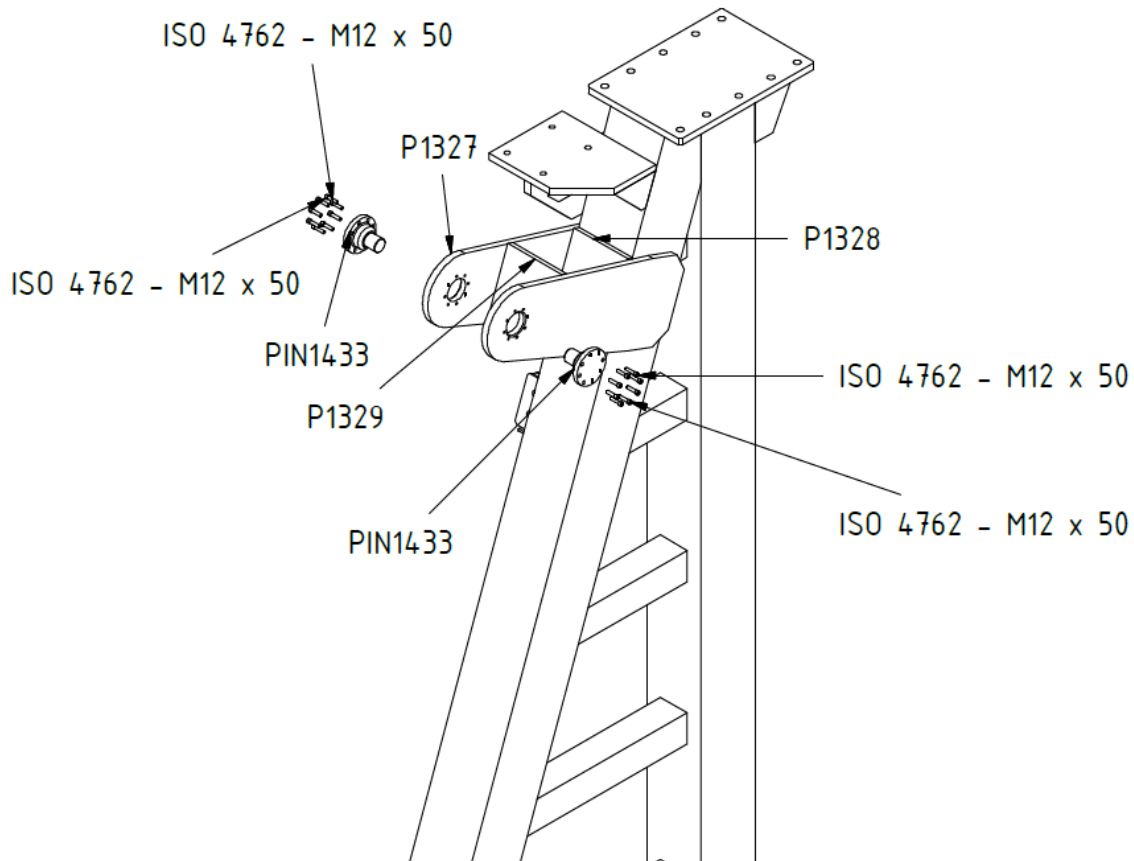


Fig4- Esploso del pilone verticale con gli elementi da smontare per svincolare il basculante inferiore (4) La stessa procedura va fatta per svincolare il basculante superiore (6)

La successiva operazione riguarda lo smontaggio dell'attuatore che va fatto svincolando dalla struttura i due blocchi basculanti in A e in B. Per ogni blocco bisogna smontare entrambi i perni laterali che vincolano rispettivamente il basculante superiore al piano degli specchi ed il basculante inferiore alla struttura fissa. Per svincolare ogni perno bisogna svitare le 8 viti M12x50 che vincolano i perni PIN 1433 alle strutture (vedi Fig.4, per struttura fissa, analogo per piano degli specchi).

A questo punto bisogna estrarre i 4 perni dai rispettivi cuscinetti, tenendo sempre il gruppo di attuazione imbracato per evitare che, una volta tolti i perni, possa cadere sotto l'azione del peso proprio.

Il sistema di attuazione sarà libero e potrà essere sfilato dalla struttura e quindi portato in officina per essere revisionato.

Prima di proseguire, la Ditta dovrà collegare il piano degli specchi alla struttura (anche mediante un sistema di imbracatura), al fine di evitare possibili sovraccarichi dell'altro sistema di elevazione in caso di forti raffiche di vento. In questa fase si valuterà, insieme

al personale ENEA, se utilizzare solo l'attuatore destro per arrivare nella posizione utile a inserire i chiavistelli di sicurezza di cui l'eliostato è appositamente dotato.

Smontaggio del gruppo di sinistra

Una volta messo l'eliostato in condizioni di sicurezza o tramite un'imbracatura oppure tramite l'utilizzo dei chiavistelli di sicurezza, la Ditta potrà procedere allo smontaggio dell'attuatore di sinistra ripetendo esattamente tutti gli step descritti nel paragrafo "Smontaggio del gruppo di destra"

Revisione del gruppo di destra

Una volta in officina, il gruppo di destra dovrà essere smontato e revisionato.

Per prima cosa sarà necessario svincolare la vite senza fine dal blocco basculante superiore (quello a cui è collegato il riduttore). A tal proposito bisogna rimuovere il carter superiore (componente BU1-C-1 in figura 5). A questo punto l'estremità superiore della vite senza fine (3) risulterà visibile e si potrà procedere a svitare le rosette di sicurezza che la tengono vincolata in senso assiale a tale basculante (ISO 2982-M50 in figura 5).

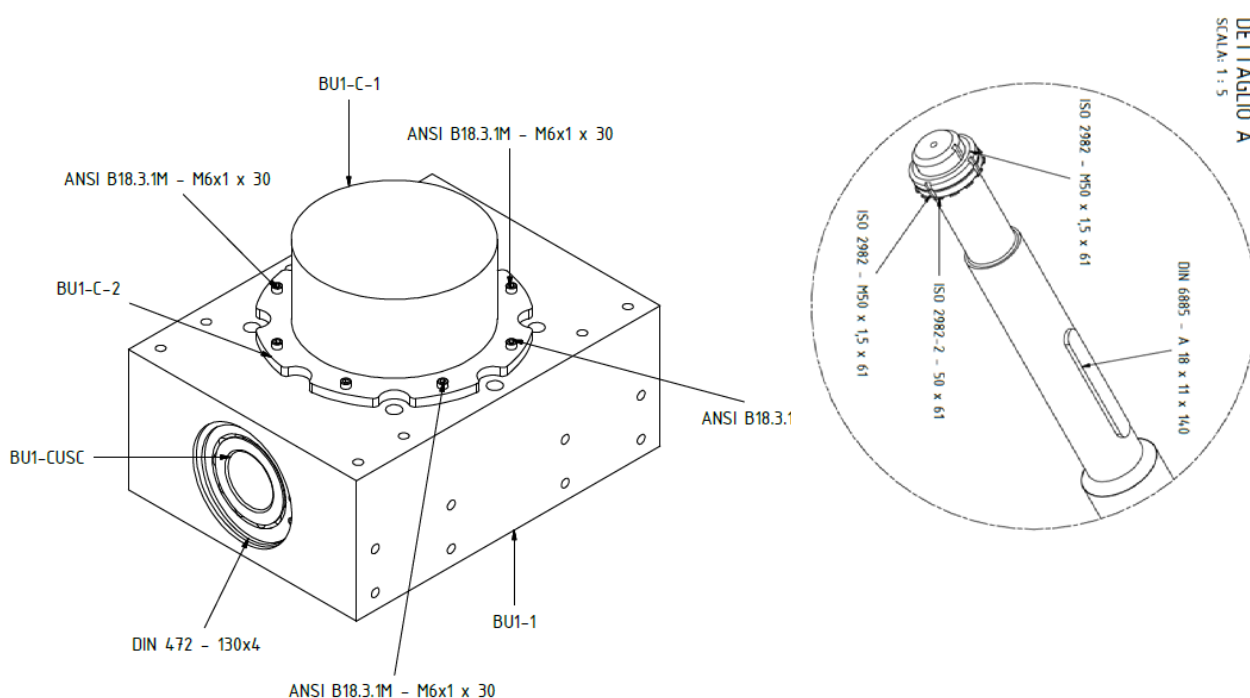


Fig5- Dettaglio del basculante superiore e dell'estremità della vite senza fine da svincolare

Riguardo al basculante superiore, se non strettamente necessario, si sconsiglia di svincolare il riduttore. Vanno, invece, sostituiti i due cuscinetti laterali a rulli sferici che si impegnano con i due perni orizzontali e i cuscinetti a rulli conici in disposizione a X che sono calettati sulla estremità cilindrica della vite senza fine.

I codici di tali componenti sono riportati nella tavola 1 allegata: **la Ditta dovrà comunque verificare la corrispondenza di tali codici con i commerciali effettivamente montati e, nel caso di difformità dovrà approvvigionarsi di componenti esattamente uguali a quelli attualmente montati.**

Anche il basculante inferiore dovrà essere smontato e revisionato.

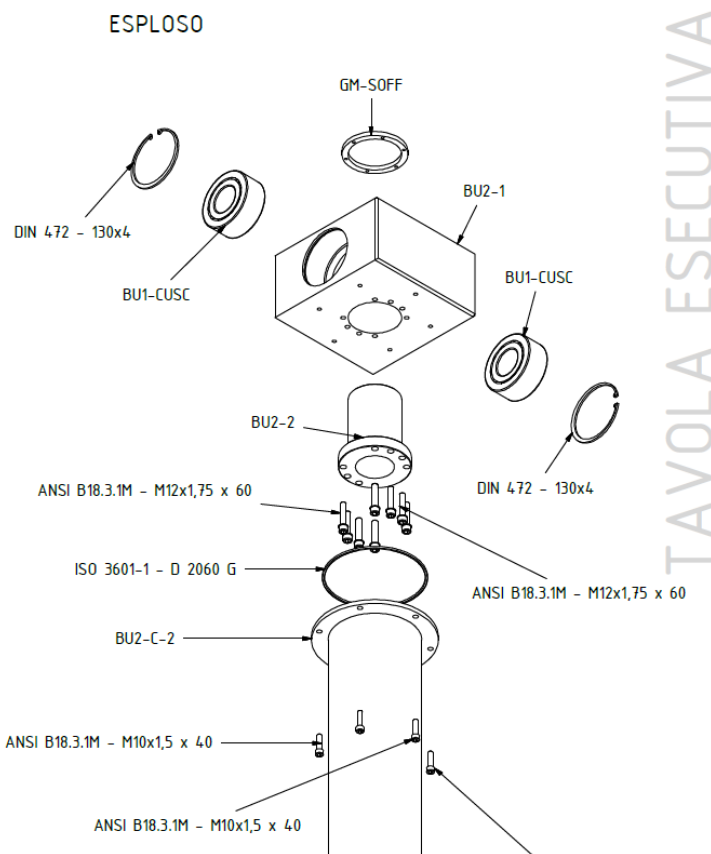


Fig6- Esploso basculante inferiore e carter di protezione

Con riferimento all'esploso di Fig.6 le operazioni da fare sono le seguenti:

1. Svitare il grosso carter metallico inferiore dalla superficie inferiore del basculante
2. Svitare la chiocciola a ricircolo di sfere avvitata mediante 8 viti M12 alla superficie inferiore del basculante
3. Sfilare l'insieme vite + chiocciola dal basculante inferiore
4. Sostituire i due cuscinetti laterali a rulli sferici che si impegnano con i due perni orizzontali: i codici di tali componenti sono riportati nella tavola 2 allegata: **la Ditta dovrà comunque verificare la corrispondenza di tali codici con i commerciali effettivamente montati e, nel caso di difformità dovrà approvvigionarsi di componenti esattamente uguali a quelli attualmente montati.**

La chiocciola e la vite senza fine andranno revisionati e, nel caso siano troppo usurati per poter essere ripristinati, dovranno essere sostituiti con dei componenti identici: a tal proposito si allega il disegno esecutivo della vite lavorata (tavola 3). Anche per questi componenti sono riportati i codici di acquisto nelle tavole la cui rispondenza con quanto effettivamente montato dovrà essere verificata preventivamente dalla Ditta. Per la vite in particolare bisognerà riscontrare le dimensioni e tipologia di lavorazioni riportate a disegno con quelle reali prima di procedere all'acquisto del commerciale nuovo.

E' prevista anche una lubrificazione del cinematismo con sostanze idonee: l'obiettivo è ottenere un movimento relativo fluido e privo di giochi meccanici. Per il gruppo di destra la fornitura dei nuovi componenti è totalmente a carico della Ditta Appaltatrice

Revisione del gruppo di sinistra

Anche il gruppo di sinistra dovrà essere smontato e revisionato come quello di destra.

Riguardo l'accoppiamento vite-chiocciola, la Ditta dovrà procedere a verificare che i componenti scorrano correttamente l'uno nell'altro, senza particolari attriti e dovrà procedere ad una lubrificazione del cinematismo. In questa sede la Ditta, potrà proporre a ENEA la sostituzione o della sola chiocciola a ricircolo di sfere, oppure di chiocciola e vite senza fine nel caso durante la revisione risulti opportuno farlo. In questo caso, ENEA potrà decidere se procedere o meno all'acquisto di componenti nuovi, chiocciola o vite che non sono inclusi nella presente fornitura.

N.B. per la presente procedura, limitatamente al gruppo di sinistra, la Ditta dovrà quotare la fornitura e sostituzione dei quattro cuscinetti per oscillante superiore e dei due cuscinetti per oscillante inferiore. La sostituzione della vite e/o della chiocciola a ricircolo di sfere verrà valutata come eventuale variante in funzione dello stato di usura di quella esistente e la sua fornitura non è inclusa nella presente procedura

Sostituzione piastre ancoraggio dei motori elettrici

La Ditta Appaltatrice dovrà provvedere alla sostituzione dei sistemi di ancoraggio dei motori elettrici, utilizzati per la movimentazione degli attuatori, alla struttura in carpenteria metallica dell'eliostato. Tali sistemi sono attualmente costituiti da 3 piastre in alluminio per ciascun motore (i motori sono 2 in tutto); le nuove piastre dovranno essere fornite in acciaio zincato di opportuno spessore.

Piastre di
ancoraggio da
sostituire

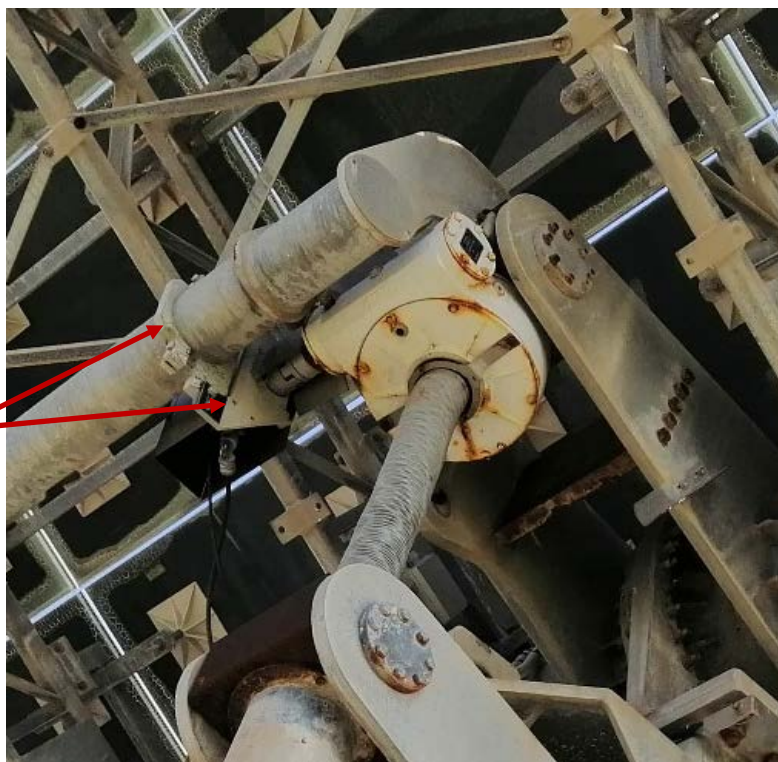


Fig7- Dettaglio piastre di ancoraggio motori da sostituire

Riassemblaggio del gruppo

Una volta sostituiti i commerciali e revisionati o sostituiti i sistema vite-madrevite, i due gruppi dovranno essere riassemblati in officina fissando prima il basculante inferiore sulla chiocciola e poi infilando l'estremità della vite nel gruppo riduttore-basculante superiore calettando i cuscinetti obliqui a X e serrando le rosette di sicurezza superiori; infine si monteranno i carter sui due basculanti. Le operazioni di montaggio da eseguire sono ovviamente analoghe e inverse a quelle dettagliatamente descritte per lo smontaggio del sistema.

Una volta assemblati, i gruppi dovranno essere collaudati a banco in contraddittorio con personale ENEA. Verrà verificata la scorrevolezza del movimento vite-madrevite e l'assenza di giochi nell'accoppiamento. Ogni gruppo verrà mosso dall'albero veloce del riduttore e verranno verificati anche l'assenza di impuntamenti meccanici lungo tutta la corsa della chiocciola rispetto alla vite.

Montaggio in cantiere

Una volta superato il collaudo funzionale in officina (che verrà certificato da ENEA), la Ditta potrà procedere a rimontare i gruppi in cantiere. Questa operazione andrà fatta fissando prima il basculante superiore alla struttura di supporto degli specchi (punto A) calettando i 2 perni laterali e fissando al basculante superiore (6) la trave di collegamento orizzontale (5). Successivamente bisognerà spostare assialmente il basculante inferiore (4) rispetto alla vite muovendo l'albero veloce del riduttore primario (4), fino a trovare la perfetta posizione di assemblaggio del basculante inferiore (4) rispetto ai supporti della struttura fissa. Una volta che i fori dei cuscinetti saranno perfettamente allineati a quelli dei supporti, si potranno inserire i due perni-cerniera nel punto B. Ovviamente questa operazione va fatta per entrambi i gruppi mantenendo la struttura dell'eliostato nella stessa posizione.

Collaudo dell'attrezzatura

Una volta riassemblato il gruppo, si potrà procedere al collaudo in campo dell'attrezzatura in contraddittorio con i tecnici ENEA. In particolare, si provvederà a movimentare l'eliostato e sarà verificato che non ci siano durante i movimenti di elevazioni degli impuntamenti del sistema sostituito, che i giochi meccanici siano trascurabili e che i due motori non abbiano uno squilibrio di corrente assorbita superiore al 10%.

Lavori su movimentazione di azimuth

L'eliostato ruota in azimuth attraverso due motoriduttori i cui pignoni ingranano in una catena tesa su un binario circolare concentrico all'asse di rotazione della macchina. Il sistema è posto al di sotto del piano di calpestio all'interno di una vasca circolare in c.a. a cui si accede attraverso una botola realizzata sulla copertura dell'eliostato.

Prima procedere a qualsiasi attività nella vasca, si deve procedere alla pulizia e alla sanificazione della stessa.



Fig8- Parte inferiore della struttura dell'eliostato che ruota intorno all'asse centrale e verticale: sono visibili gli alloggiamenti dei motoriduttori, la copertura metallica che copre la vasca e la botola di accesso

Le operazioni di manutenzione ordinaria sulla catena consistono nelle seguenti operazioni:

- verifica visiva dello stato della catena;
- pulizia generale mediante appositi prodotti che non ne danneggino le guarnizioni dei rulli;
- ingrassaggio con prodotti lubrificanti e protettivi;
- registrazione della posizione dei pignoni (se necessario);
- registrazione e regolazione del tensionamento della catena mediante i tendicatena tangenziali (tale operazione andrà eseguita in collaborazione con il personale ENEA che provvederà a movimentare il sistema).



Fig9- Catena sulla guida circolare per la movimentazione di azimuth nella vasca sotto la copertura metallica dell'eliostato.

Allegati

Tavola 1- Basculante superiore

Tavola 2- Basculante inferiore

Tavola 3- Asta filettata

Operazione 2:

SOSTITUZIONE E REGOLAZIONE DI N°100 SPECCHI PIANI SULL'ELIOSTATO DELLA FORNACE SOLARE A ELEVATA CONCENTRAZIONE SOLARE PRESENTE PRESSO IL C.R. ENEA PORTICI

Sull'eliostato sono stati montati 100 specchi piani che riflettono la luce sugli specchi concentratori montati sul paraboloide. A causa delle intemperie ed in particolare dell'azione corrosiva dovuta alla vicinanza al mare, tali specchi sono degradati e debbono essere sostituiti. Alcuni di questi specchi, inoltre, risultano lesionati e potrebbero essere pericolosi per gli operatori che si trovano alla base della macchina.

Le attività oggetto del presente appalto riguardano lo smontaggio e lo smaltimento degli specchi esistenti, il montaggio e la regolazione di nuove strutture di supporto e il montaggio dei nuovi specchi.

1-SMONTAGGIO DEGLI SPECCHI ESISTENTI

L'eliostato dell'impianto solare EliosLab è una struttura realizzata in carpenteria metallica costituita dai seguenti elementi (vedi Fig.10):

1. piano di ancoraggio degli specchi di area 120m^2 , realizzato con un grosso albero orizzontale e delle travi reticolari verticali ad esso fissate;
2. un carro rotante costituito da una basamento rettangolare e da due grossi piloni triangolari che sostengono, mediante due ralle, il piano di ancoraggio degli specchi. Il carro è munito di ruote che, poggiando sulla superficie superiore della ralla di base, ne consentono la rotazione rispetto ad un asse verticale
3. una ralla circolare di base, costituita da una trave calandrata con raggio di curvatura pari a circa 8m, fissata alla fondazione in cemento armato mediante dei tirafondi filettati.



Fig.10- Eliostato dell'impianto Fornace solare EliosLab

Il piano degli specchi ruota rispetto all'asse orizzontale mediante due attuatori realizzati con vite senza fine e madrevite a ricircolo di sfere che collegano l'albero orizzontale ai due piloni triangolari. L'intero carro ruota intorno all'asse verticale mediante due motoriduttori periferici i cui pignoni di uscita ingranano nelle maglie di una catena a rulli fissata alla parte esterna della ralla circolare.

Il piano degli specchi ha dimensioni complessive 12m (larghezza) x 10m; l'asse di rotazione orizzontale si trova a circa 5,5m dal piano di calpestio, mentre l'altezza massima da terra, misurata con il piano in posizione verticale, è di circa 10,5m.

Sui correnti esterni (disposti dalla parte opposta rispetto ad i piloni triangolari) delle travi reticolari sono saldati dei piatti forati che costituiscono l'attuale interfaccia per gli specchi. Con riferimento alla Fig.11, si può vedere che tali fori da 15mm di diametro, formano dei gruppi da 4 aventi passo 700mm x500mm all'interno dei quali sono stati fissati i 4 distanziali che sorreggono ogni specchio.

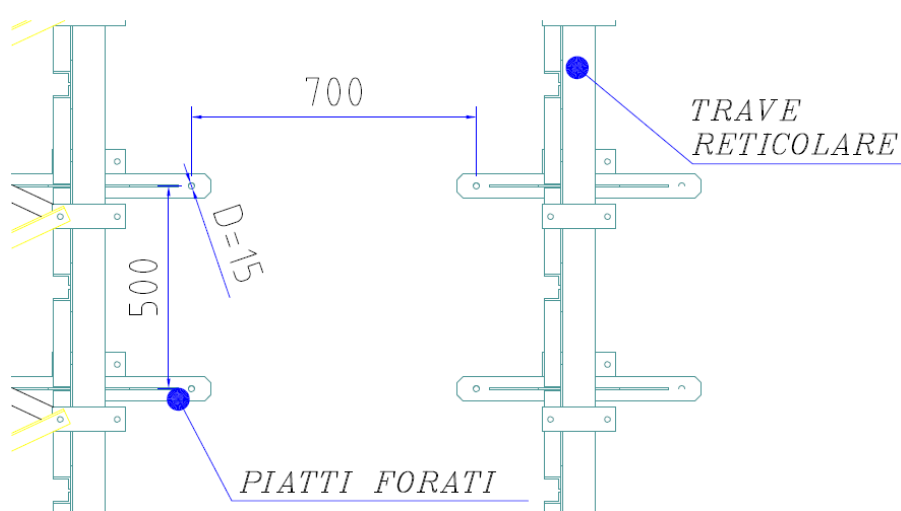


Fig.11- Fori per l'ancoraggio degli specchi piani

La prima attività da fare riguarda lo smontaggio dei 100 specchi attualmente installati sull'eliostato. A tal fine sarà sufficiente svitare i quattro dadi M12 che tengono fissati i perni dei distanziali alla struttura reticolare e sfilare da sopra ogni singolo specchio.

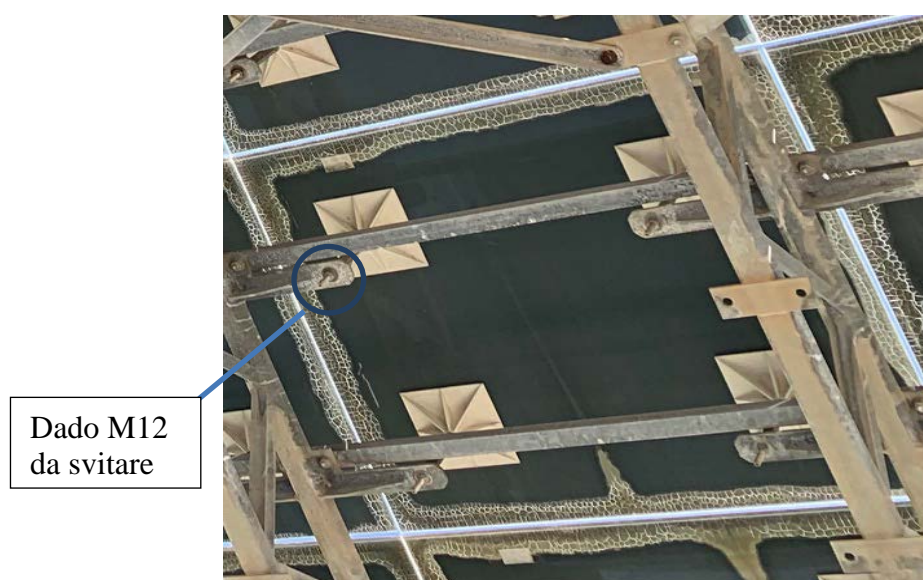


Fig.12- Foto posteriore degli specchi attualmente montati su eliostato

I dadi e le rondella dovranno essere recuperati per un successivo utilizzo. Di seguito ogni specchio dovrà essere messo su una superficie piana con i perni distanziali verso l'alto (vedi Fig.13) per procedere all'operazione di smontaggio e recupero dei distanziali.

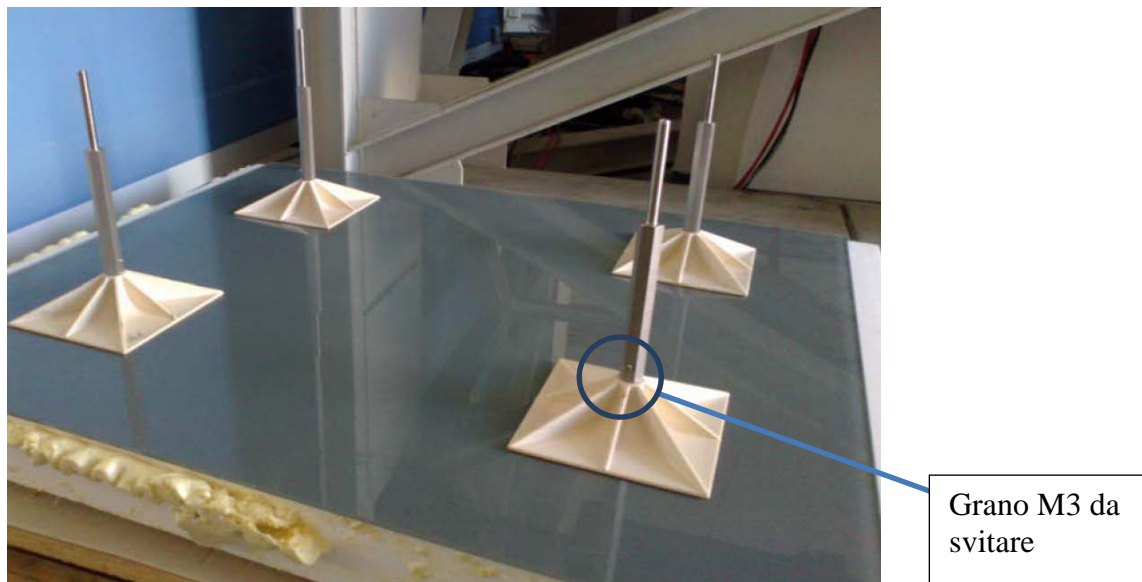


Fig.13- Foto degli specchi poggiati su un piano per smontaggio distanziali

A tal fine sarà necessario preliminarmente svitare il grano di fissaggio sulla parete laterale del distanziale e poi svitare il distanziale stesso dal supporto in plastica dello specchio a cui è ancorato mediante un perno prigioniero M8 solidale al supporto.

Tutti i distanziali con la relativa bulloneria (dadi, grani e rondelle) dovranno essere recuperati in quanto saranno utilizzati per il montaggio dei nuovi specchi, mentre gli specchi “nudi” (vedi Fig.14) dovranno essere prelevati e smaltiti a carico della Ditta Appaltatrice secondo quanto previsto dalla Normativa di settore.

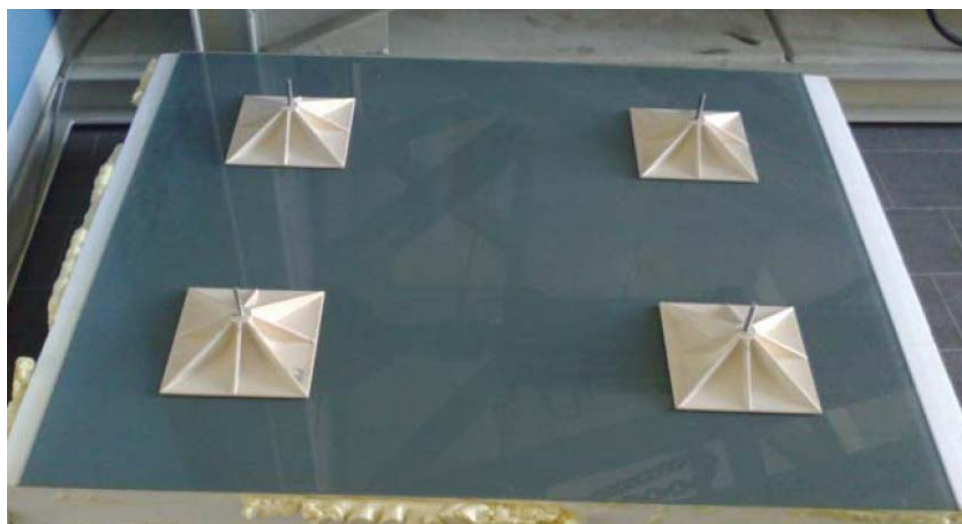


Fig.14- Foto degli specchi “nudi” da smaltire

I distanziali saranno di due tipologie (vedi Fig.15): attualmente 80 specchi sono montati con distanziali di tipo “lungo” e 20, cioè quelli relativi alle due file orizzontali dell’eliostato a cavallo dell’albero di rotazione in elevazione, sono di tipo “corto”; pertanto, la Ditta Appaltatrice dovrà recuperare n°320 distanziali lunghi e n°80 distanziali corti con relativa bulloneria.



Fig.15- *Distanziali filettati (tipo corto e tipo lungo) utilizzati per il montaggio degli specchi piani: in primo piano si vedono l'estremità filettata internamente attualmente avvitata nei perni uscenti dai supporti ed il grano per il fissaggio, mentre in secondo piano si vedono le estremità filettate esternamente impegnate nei fori della struttura metallica dell'eliostato*

2-MONTAGGIO DELLA STRUTTURA DI SUPPORTO

Il montaggio dei nuovi specchi sarà realizzato in modo diverso rispetto a quelli esistenti. Sarà necessario montare preliminarmente sulla struttura dell’eliostato una serie di profili di alluminio in direzione verticale. In particolare, ENEA fornirà in conto lavorazione n°40 profili in alluminio di sezione quadrata 60x60mm e lunghezza pari a 5500mm.

Di seguito le operazioni da eseguire per la preparazione a terra dei profili:

1. tagliare N°20 di tali profilati alla lunghezza di 4800mm, gli altri 20 rimarranno della lunghezza originaria di 5500mm
2. montare su una faccia dei profilati da 5500 n°3 distanziali piccoli (in arancione in Fig.16) e n°8 distanziali grandi (in blu in Fig.16) secondo lo schema di Fig. 16. Il montaggio avverrà avvitando la parte filettata femmina M8 dei distanziali alle viti a testa a martello scalanatura 10mm, M8x30 infilate nella guida del profilo secondo le quote di Fig.16

3. montare su una faccia dei profilati da 4800mm n°1 distanziale piccolo (in arancione in Fig.17) e n°8 distanziali grandi (in blu in Fig.17) secondo lo schema di Fig. 9. Il montaggio avverrà avvitando la parte filettata femmina M8 dei distanziali alle viti a testa a martello scanalatura 10mm, M8x30 infilate nella guida del profilo secondo le quote di Fig.17
4. sulla superficie opposta rispetto a quella dove saranno avvitati i distanziali, bisognerà incollare il nastro adesivo butilico. Poiché esso ha larghezza pari ad 80mm, dopo l'incollaggio sulla faccia del profilato larga 60mm, sarà necessario rifilarlo alle due estremità ed asportare la parte centrale per liberare l'accesso alla scanalatura del profilo (vedi Fig.18).

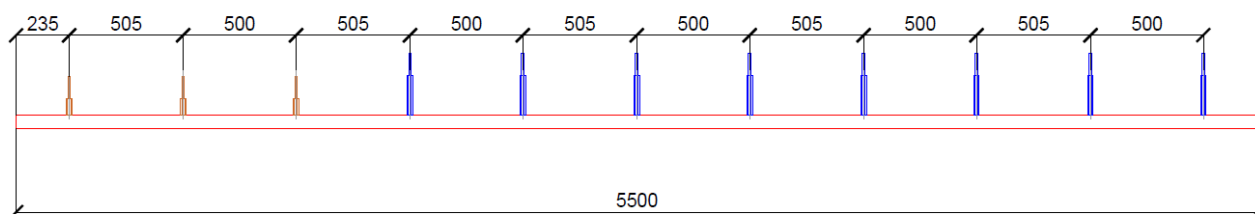


Fig.16- Montaggio di 8 distanziali grandi (in blu) e 3 piccoli (in arancione) su una faccia del profilo estruso in alluminio 60x60 di lunghezza 5500mm

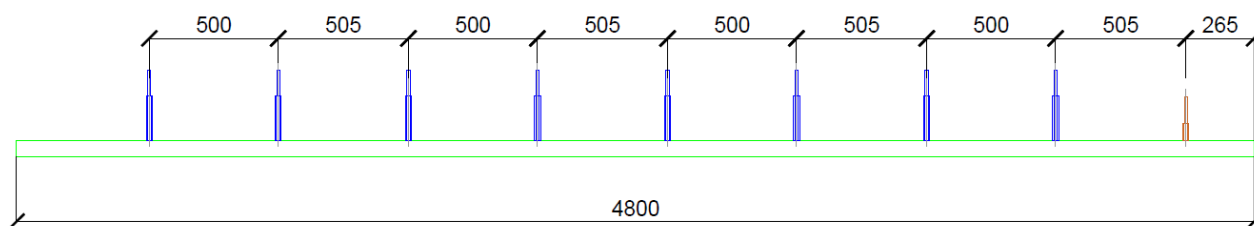


Fig.17- Montaggio di 8 distanziali grandi (in blu) e 1 piccolo (in arancione) su una faccia del profilo estruso in alluminio 60x60 di lunghezza 5500mm

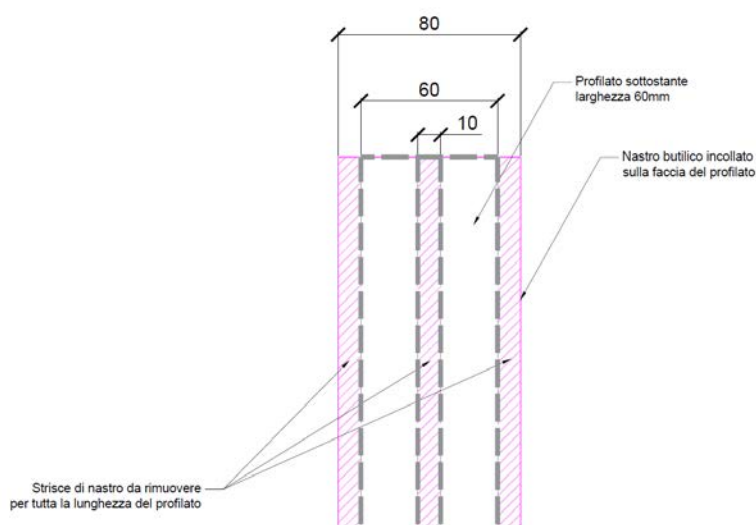


Fig.18- Strisce di nastro adesivo (tratteggiate in viola) da rimuovere dopo aver incollato sulla faccia del profilo di alluminio scanalato (in grigio tratteggiato)

Una volta preparati, come sopra specificato, la Ditta Appaltatrice dovrà montare i profilati sulla struttura dell'eliostato. I profilati lunghi, da 5500mm, dovranno essere montati sulla parte bassa della vela (profili rossi), mentre quelli corti (profili verdi), da 4800mm, saranno montati sulla parte alta della struttura come riportato in Fig.19.

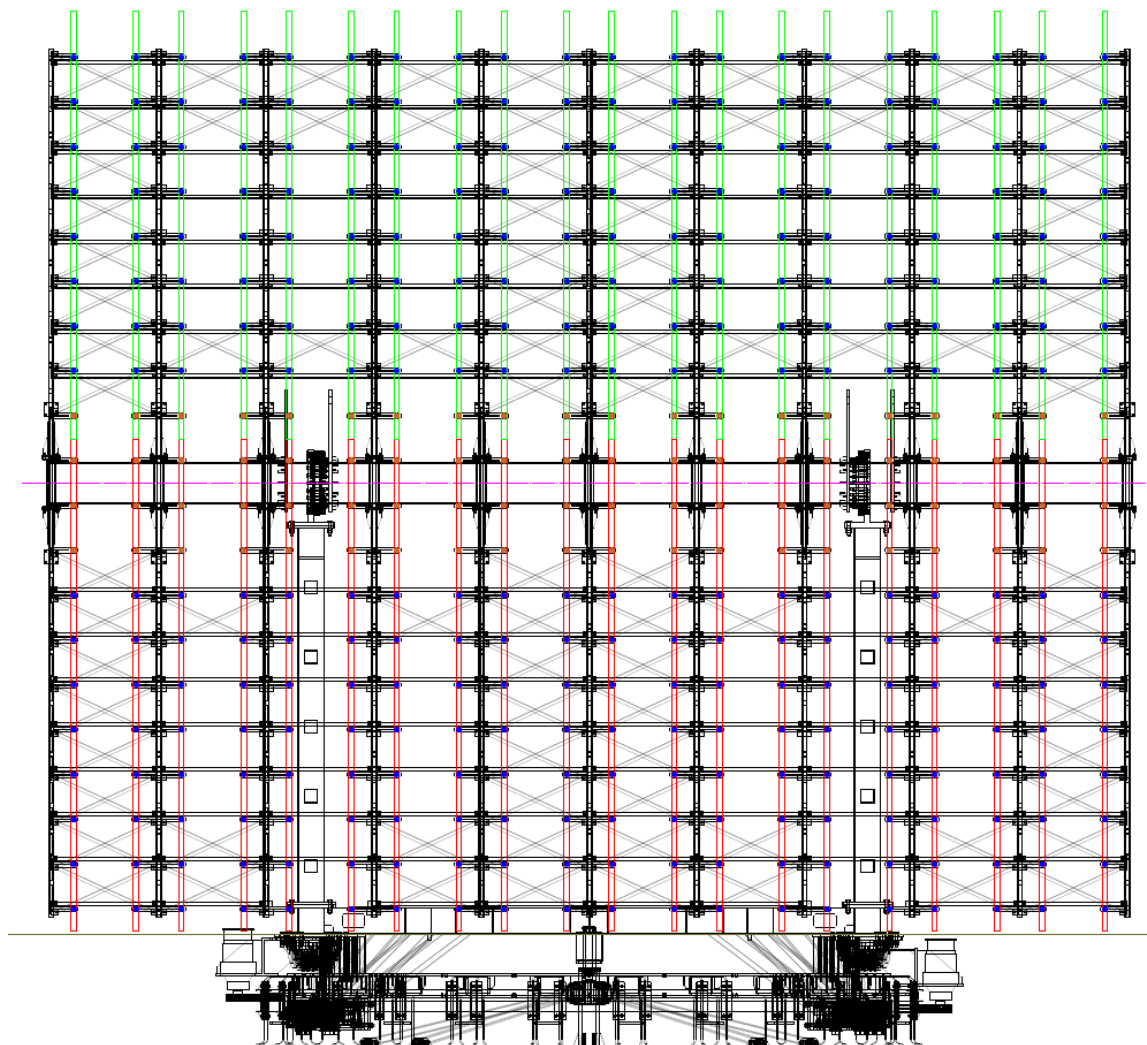


Fig.19- Schema montaggio dei profilati sulla struttura metallica dell'eliostato: nella parte bassa saranno montati i profilati lunghi da 5500mm (in rosso), mentre sulla parte alta quelli corti da 4800mm (in verde)

I profilati saranno montati con la vela in posizione perfettamente orizzontale impegnando i perni filettati dei distanziali nei fori della struttura reticolare.

Poiché avranno lunghezze maggiori, i profilati lunghi si impegneranno su 11 fori della struttura, mentre quelli corti si impegneranno su 9. Con riferimento ad ogni fila verticale di fori, i distanziali corti si impegneranno sui 4 fori a cavallo dell'albero orizzontale, mentre i lunghi sulle due parti laterali (sopra e sotto). In dettaglio, i profilati lunghi avranno tre distanziali corti impegnati nella struttura (esagoni arancioni), mentre i profilati corti ne avranno solo uno impegnato come si vede in fig.20. Entrambe le tipologie di profilo avranno poi 8 distanziali lunghi (esagoni blue) impegnati nei fori della struttura

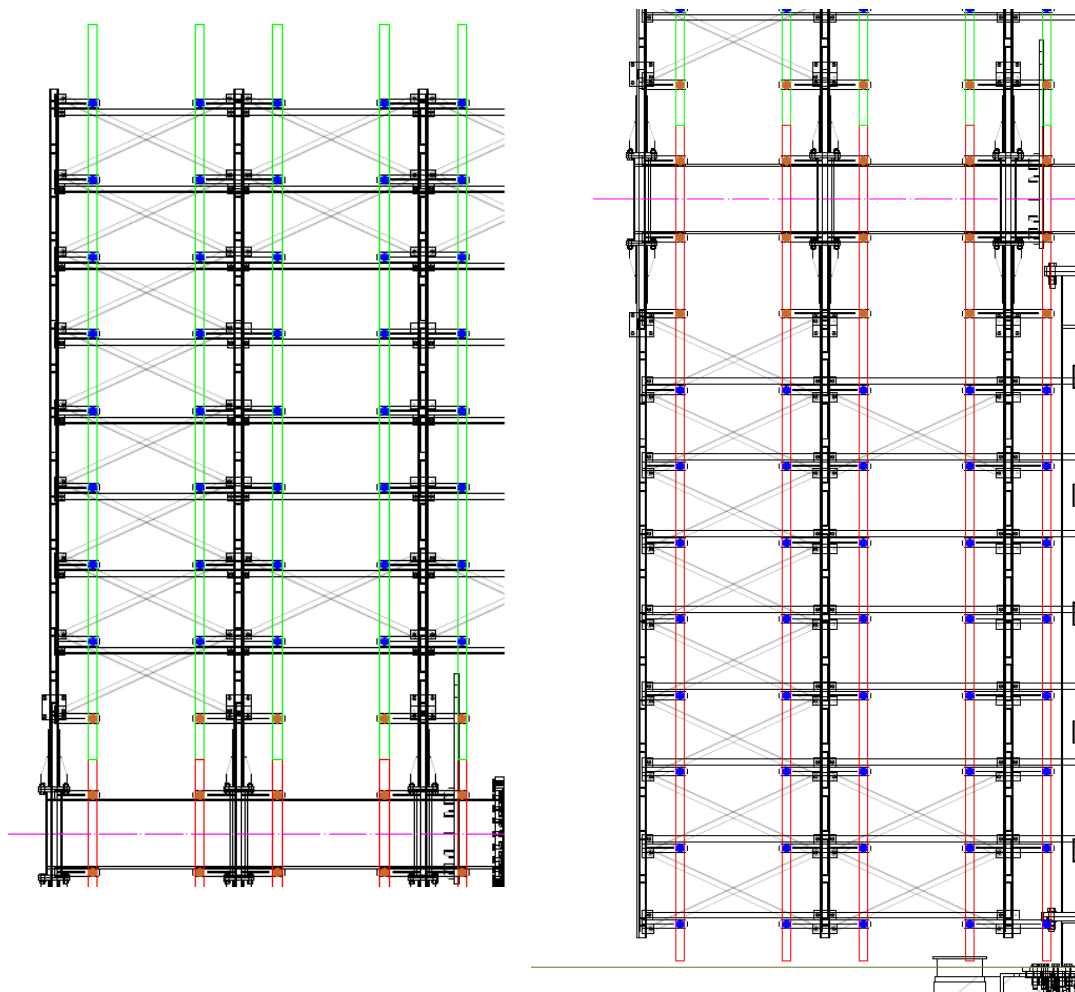


Fig.20- Schema montaggio: a sinistra nella parte alta con profili corti (in verde) e nella parte bassa con profili lunghi (in rosso). Gli esagoni arancione rappresentano i distanziali corti, mentre quelli blue i lunghi

La regolazione dei profili dovrà avvenire con la vela in posizione perfettamente orizzontale, utilizzando dado e contro-dado tra la parte filettata M12 del distanziale ed i fori della struttura. Regolando tali elementi, tutti le facce superiori dei profili dovranno essere contenute in uno stesso piano ed orizzontale. La tolleranza di posizionamento nel piano deve essere inferiore a $0,05^\circ$, considerando sia la superficie superiore di ogni profilo, che il piano individuato da due profili affiancati. In sostanza la regolazione deve essere fatta in modo tale che le superfici superiori di tutti i profili siano contenute in un unico piano orizzontale con una tolleranza nelle due direzioni non superiore a $0,05^\circ$ tra tutti i punti del piano della vela.

3-MONTAGGIO DEGLI SPECCHI SULLA STRUTTURA DI SUPPORTO

Una volta montati e regolati come descritto al punto precedente la struttura di supporto, la Ditta appaltatrice dovrà montare gli specchi che le saranno forniti in conto lavorazione da ENEA.

Tutti gli specchi sono attualmente stivati in un'unica cassa in legno di dimensioni 1300 x 1100 x 600 mm del peso di circa 1350Kg. ENEA metterà a disposizione della Ditta tale cassa che è attualmente chiusa ed in un magazzino al coperto che dista circa 300m dall'area di cantiere. La Ditta dovrà trasportare tali specchi con mezzi propri dall'area di attuale stoccaggio all'area di cantiere ed è pienamente responsabile della loro integrità in tutte le fasi di maneggiamento, trasporto e montaggio degli stessi. **In caso di rottura o di danneggiamento irreversibile (lesioni, scheggiature, etc), ENEA addebiterà alla Ditta Appaltatrice una penale di 300€ per ogni specchio interessato dal danno.**

Gli specchi dovranno essere montati uno alla volta con la struttura disposta in posizione perfettamente orizzontale ed in particolare dovranno essere poggiati con la superficie opaca sulla superficie dei profili di alluminio ricoperta dal nastro butilico. Gli specchi saranno bloccati dalla parte superiore con dei morsetti in acciaio inox che dovranno essere forniti dalla stessa Ditta installatrice.

In particolare questi saranno di due tipologie:

1. morsetti terminali per bloccare il bordo di uno specchio non adiacente ad un altro specchio (da fornire in n. di 40)
2. morsetti centrali, per bloccare i bordi di due specchi adiacenti (da fornire in n. di 180)

Tali tasselli saranno fissati utilizzando le viti a testa a martello scalanatura 10mm, M8x30 infilate nella guida superiore del profilo ed i dadi a colletto scalanatura 10mm, M8 in inox entrambi di fornitura ENEA, secondo gli schemi di Fig. 21

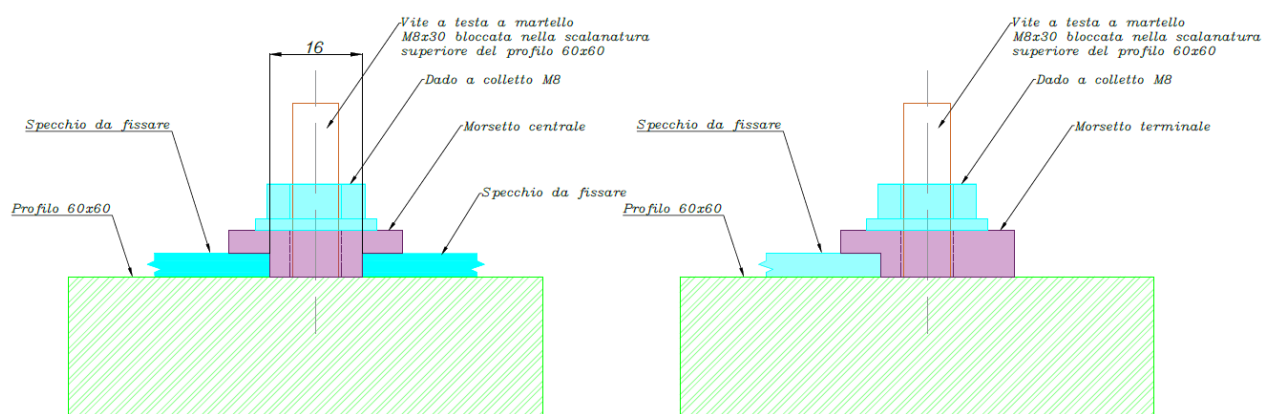


Fig.21- Schemi di montaggio: a sinistra fissaggio di due specchi adiacenti sul profilo mediante un morsetto centrale, a destra schema di fissaggio di uno specchio di estremità

Ogni specchio, poiché poggia su due profili 60x60, sarà bloccato da 4 morsetti, che saranno tutti del tipo centrale, nel caso in cui lo specchio non cada sul bordo superiore od inferiore della vela, mentre sarà bloccato da due morsetti centrali e due morsetti terminali se invece si trova su uno di questi due lati.

La figura 22 mostra la vela dell'eliostato una volta terminato il lavoro di montaggio di tutti gli specchi. Si evidenziano alcune note importanti:

1. nella direzione ortogonale all'albero di rotazione, tra i bordi di due specchi adiacenti ci sarà uno spazio di 16mm necessario per l'interposizione dei morsetti di fissaggio
2. nella direzione dell'albero di rotazione, tra i bordi di due specchi adiacenti ci sarà uno spazio di 5mm
3. nella direzione dell'albero di rotazione, la vela avrà una dimensione complessiva di 12082mm e, gli specchi saranno perfettamente equidistribuiti tra la parte destra e sinistra della vela stessa
4. nella direzione ortogonale all'albero di rotazione, gli specchi non saranno equamente distribuiti, come si vede dalla figura 22, infatti dall'asse dell'albero di rotazione, il bordo dell'ultimo specchio in bassa sarà posizionato a 4983mm, mentre il bordo dello specchio più alto sarà posizionato a 5162mm

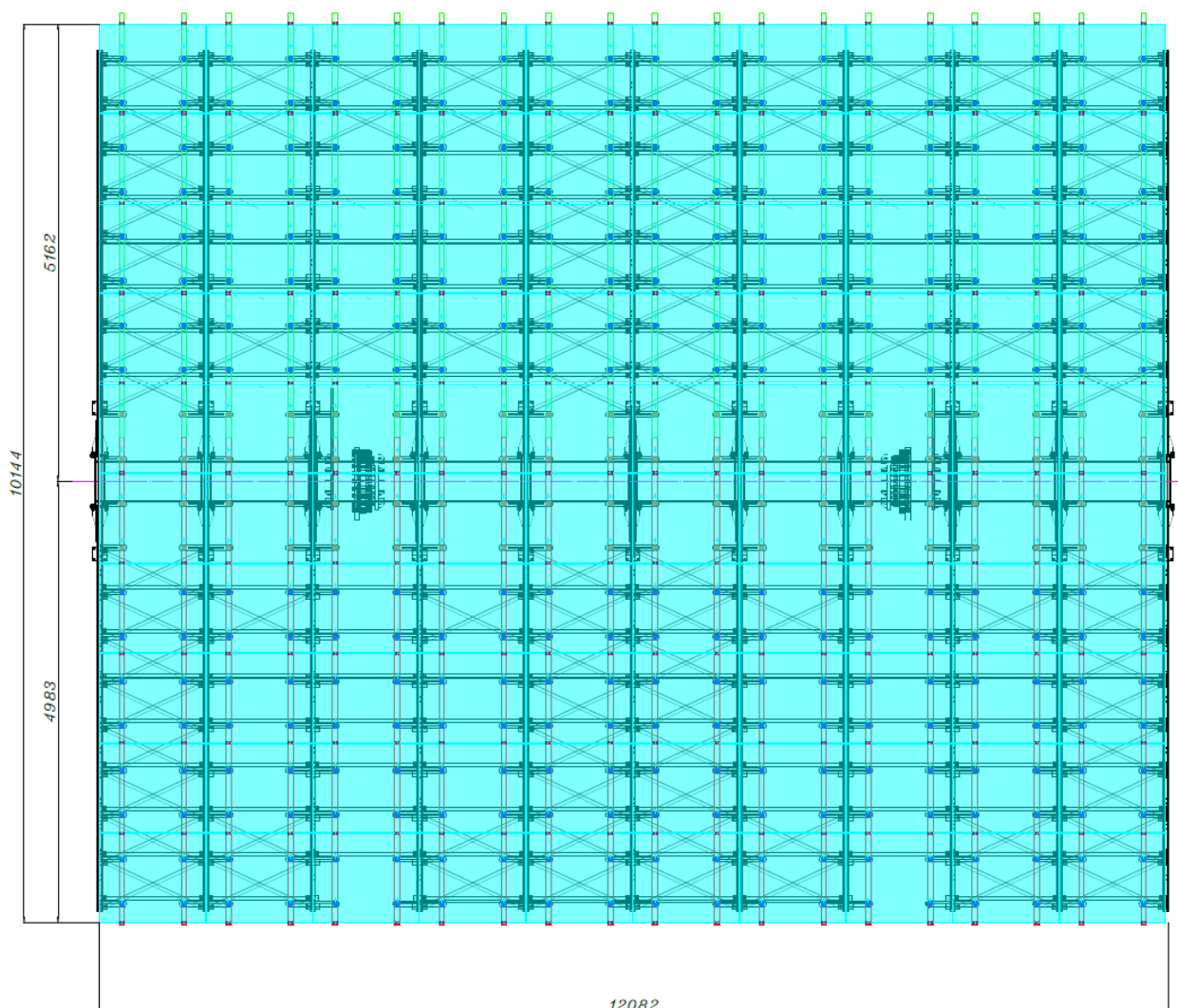


Fig.22- Vista della vela dell'eliostato a montaggio degli specchi piani terminato

Una volta terminato il montaggio e la regolazione degli specchi, questi dovranno essere lavati mediante un detergente adatto alla pulizia delle superfici in vetro, risciacquato con acqua demineralizzata ed asciugato.

Si fa esplicitamente divieto agli operatori di poggiarsi e/o camminare sulla superficie degli specchi.

4-COLLAUDO FINALE

Una volta terminati i montaggi e le regolazioni, ENEA provvederà a controllare a campione la bontà delle operazioni fatte sia sugli specchi. In particolare, mettendo in posizione orizzontale il piano degli specchi dell'eliostato si procederà a verificare, su almeno 20 specchi, il rispetto delle tolleranze di montaggio ($\pm 0.05^\circ$ rispetto alla posizione orizzontale nelle due direzioni principali dello specchio).

Se tale tolleranza sarà rispettata su tutti gli specchi oggetto di verifica, la fornitura sarà accettata, diversamente la Ditta dovrà provvedere a ri-controllare ed eventualmente aggiustare la posizione di tutti gli specchi ed ENEA provvederà successivamente a ripetere il collaudo a campione.

Il personale ENEA nell'effettuare tutte le operazioni di collaudo, utilizzerà mezzi di sollevamento completamente a carico della Ditta appaltatrice e condotti da personale abilitato della stessa.

Allegati:

Tavola 4: disegni costruttivi per morsetto terminale e morsetto centrale

Operazione 3:

MESSA IN SICUREZZA DELLA PORTA SCORREVOLE A IMPACCHETTAMENTO VERTICALE INSTALLATA SULLA FACCIATA NORD DELLA STRUTTURA DELLO SPECCHIO PRIMARIO DELLA FORNACE SOLARE

La chiusura mobile speciale ad impacchettamento verticale è installata a protezione degli specchi della struttura denominata “paraboloide” presso l’impianto a concentrazione solare nella sede ENEA di Portici (Na).



Figura 23-Vista frontale del "Paraboloide" con telo oscurante aperto

La chiusura mobile è costituita da un portale in lamiera zincata che viene accoppiato alla struttura del paraboloide tramite staffe zincate imbullonate.

Nella parte superiore sono alloggiati gli organi preposti alla movimentazione (rulli, motoriduttore, finecorsa..)



Nelle gambe laterali sono ricavate le vie di alloggiamento del manto flessibile di copertura.

Il manto è realizzato in tessuto di poliestere spalmato in PVC nel quale sono state ricavate opportune “tasche” per l'alloggiamento delle barre di irrigidimento orizzontali che gli conferiscono rigidità flessionale.

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| Larghezza totale | 14.800mm c.a. |
| Larghezza utile | 14.120 mm c.a. |
| Altezza totale | 12.000 mm c.a. |
| Altezza utile | 10.800 mm c.a. |
| Potenza installata max | 3KW |
| Precisione di posizionamento | +/- 5cm |
| Velocità massima mot. | 0,3m/s |
| Tensione di alimentazione | 400Vca 50 Hz 3f+neutro+terra |

La struttura portante è realizzata in lamiera elettrozincata, pressopiegata, con trave superiore 290x335mm c.a. sp.30/10 e gambe 340x400mm c.a. sp 25/10 opportunamente sagomate per aumentarne la resistenza al vento;

La movimentazione del manto avviene tramite cinghie ad alta resistenza mosse da un doppio rullo di raccolta montato su 4 supporti a cuscinetto oscillante;

Ognuno degli alberi di trasmissione è fissato al rispettivo rullo con un doppio anello di supporto

Nella parte inferiore dei montanti sono posizionate delle guide al fine di evitare l'eventuale oscillazione del telo col vento;

Il montaggio è del tipo frontale con fissaggio alle strutture esistenti tramite staffe zincate.

Telo

Il manto è formato da telo di tessuto poliestere, spalmato in PVC, di tipo antistrappo, colore grigio, resistente alla fiamma – classe 2 secondo D.M. del 26.06.84 o equivalente – con rinforzi ogni 90/100 cm. costituiti da tubi di irrigidimento in acciaio di alto diametro e tappi laterali anti-sfregamento .

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Supporto | 100% Poliestere |
| Filato | 1100 dtex |
| Spalmatura | PVC |
| Peso in pezza | 650gr/mq |
| Peso in opera | gr/mq 900 |
| Resistenza al fuoco | autoestinguente in classe II |
| Resistenza alla trazione | 2500 /2500 N /50mm (ordito e trama) |
| Resistenza alla temperatura | : + 70° C - 30° C. |

Le cinghie di sollevamento del telo sono in poliestere nero ad altissima resistenza (2300DaN) (Figura 24).

Motore elettrico

La motorizzazione è di tipo elettromeccanico e costituita da:

- motoriduttore trifase 400 V - 50 Hz IP55 , auto-frenante, con sblocco manuale meccanico del freno e possibilità di manovra a mano in caso di mancanza di corrente mediante manovella agente direttamente sul motoriduttore opportunamente protetto per installazione all'esterno (Figura 24);
- freno in corrente alternata;
- 2 microinterruttori di fine corsa (livello minimo a pavimento e livello massimo a scelta del cliente);
- 2 microinterruttori di extracorsa per l'arresto di emergenza del funzionamento
- lampeggiante di segnalazione del ciclo di funzionamento.



Figura 24 Motoriduttore collocato nella parte superiore del "Paraboloide"

La componente elettromeccanica è conforme ai requisiti essenziali di sicurezza previsti dalle vigenti direttive CEE.

Apparecchiature a bordo

Le apparecchiature a bordo (motoriduttore, finecorsa) sono premontate e cablate con cavi non propaganti incendio di adeguata sezione secondo norme CEI 20-22;

Il quadro di comando è posto in cassetta di materiale plastico IP 65, a norme C.E.(Direttiva Bassa Tensione 72/23/CEI-EN60204-1) (Figura 30) Quadro di comando telo oscurante;

Su fronte quadro è installato:

- selettore a chiave di funzionamento a 3 posizioni: "automatico, manuale, ordinario, emergenza manutenzione"
- comando di apertura e chiusura manuale
- pulsante di emergenza ad autoritenuta;

Il quadro è posizionato alla base della struttura di supporto del paraboloide a circa 3m dalle guide verticali della chiusura motorizzata.

DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

Il telo ad impacchettamento verticale è fissato alla struttura denominata “Parboloide” mediante una trave di lamiera presso-piegata posta superiormente



Figura 25 Vista frontale del Parboloide con telo oscurante



Figura 26 Trave di lamiera presso piegata di ancoraggio telo

Il telo è in PVC è irrigidito in direzione orizzontale mediante 10 tubolari in acciaio, distanziati di un metro. Il telo a sua volta è fissato superiormente alla trave orizzontale in lamiera presso piegata mediante 10 anelli con barra filettata (Figura 29 e Figura 28), distribuiti uniformemente sul tubolare di irrigidimento posto all'interno della suddetta trave presso piegata (Figura 26).



Figura 27 Tubolare superiore fissaggio telo



Figura 28 Anello di fissaggio

Dei suddetti 10 anelli con barra filettata di fissaggio n°8 anelli sono rotti (Figura 29).

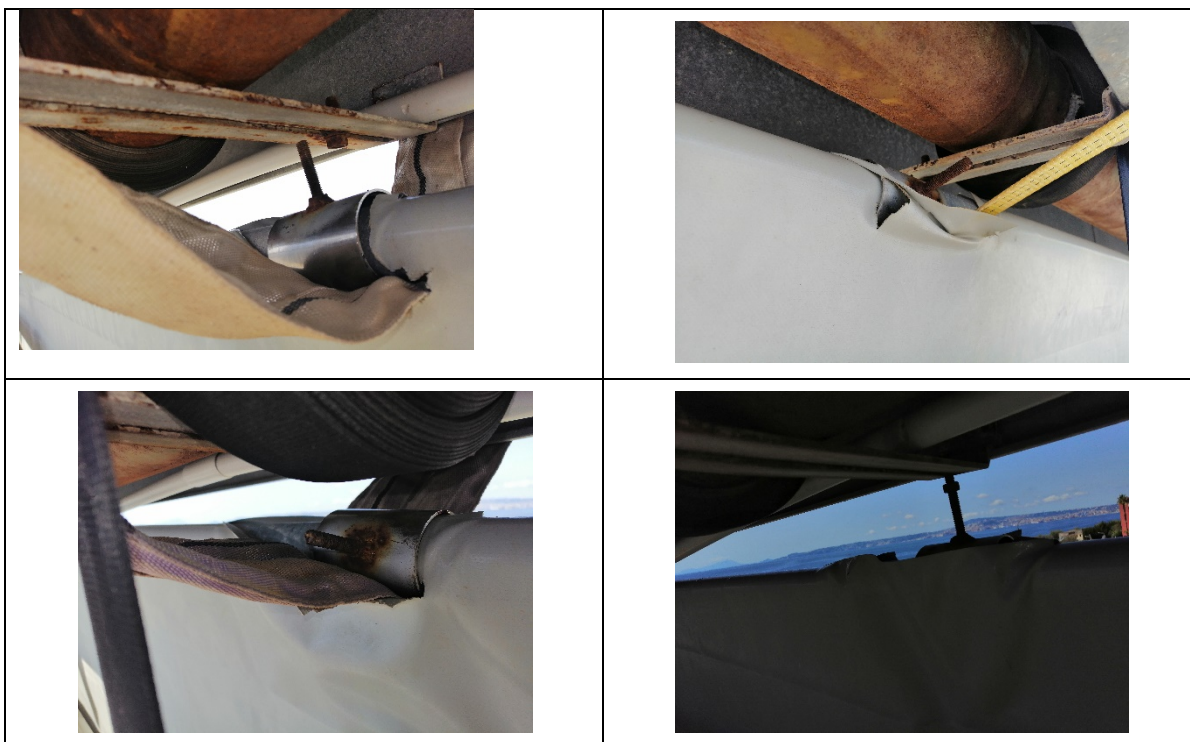


Figura 29 Foto di alcuni elementi di fissaggio rotti

Pertanto, per la sostituzione dei suddetti elementi di fissaggio, bisogna proseguire come segue:

1. Smontare il tubolare superiore di sostegno del telo dalla trave pressopiegata;
2. Utilizzando il motore di movimentazione del telo, far scendere l'intero telo a terra;
3. Sfilare dal telo il tubolare superiore;
4. Sostituire gli anelli con barra filettata, con dei nuovi anelli aventi una barra filettata di dimensione maggiore, oppure prevedere un sistema di ancoraggio diverso e resistente alla corrosione marina, data la collocazione del sistema di oscuramento a circa a 20 metri dal mare;
5. Rimontare il tubolare superiore;
6. Attraverso le corde e il motore di movimentazione sollevare di nuovo l'intero telo;
7. Provvedere al fissaggio del telo alla trave superiore del Paraboloide.

VERIFICA DI FUNZIONAMENTO DEL PANNELLO DI COMANDO

La movimentazione del telo avviene tramite un quadro di comando (Figura 30) dotato di idonea pulsantiera posta al piano terra del Paraboloide.



Figura 30 Quadro di comando telo oscurante



Figura 31 Quadro contenente batteria tampone

A fianco del quadro di comando è installato un quadro (Figura 31), contenente la batteria tampone e un cicalino di sicurezza che si attiva durante le fasi di funzionamento del telo.

Nello stato attuale il sistema non è operativo. Inserendo la chiave di accensione del quadro la scheda di movimentazione non è alimentata.

Pertanto, bisogna eseguire le seguenti attività:

1. Verificare l'efficienza della batteria tampone, prevedendo la sostituzione;
2. Controllare il corretto funzionamento dell'interruttore con chiave (Figura 30), che consente di alimentare il quadro, ed eventualmente riparare;
3. Verificare le fotocellule di sicurezza;
4. Verificare il corretto funzionamento dell'anemometro, che misurando la velocità del vento in caso di pericolo provvede ad aprire il portellone.

MANUTENZIONE ORDINARIA DEL PORTELLONE COME PREVISTO NEL MANUALE DI FUNZIONAMENTO

Le operazioni di manutenzione ordinaria e la loro tempistica sono indicate nella seguente tabella:

| | |
|---|---|
| 1 | Verificare l'assenza di perdite di lubrificante sul riduttore ed ingrassare con grasso SKF LGMT3 o equivalente i cuscinetti posti a sostegno del rullo di raccolta delle cinghie utilizzando i punti di ingrassaggio predisposti. |
| 2 | Verifica dello stato dei cinghiali delle barre di irrigidimento del manto e eventuale sostituzione in caso di presenza di punti di sfilacciamento |
| 3 | Pulizia del freno motore. E' consigliabile effettuare una pulizia delle parti esterne dei dischi del freno eliminando eventuali tracce di ossido |
| 4 | Regolazione e verifica dello stato delle cinghie di sollevamento del manto e eventuale loro sostituzione in caso di presenza di punti di sfilacciamento. |
| 5 | Verifica del serraggio di tutte le viti e bulloni |
| 6 | Occorre che siano verificati con attenzione da parte di un tecnico competente gli ancoraggi degli organi della chiusura alla struttura del paraboloide e le parti strutturali della stessa con particolare attenzione a: cinghie di sollevamento, ancoraggi superiori manto, alloggiamenti barre di irrigidimento, trave superiore, staffa fissaggio motore e anticoppia, serraggio viti e bulloni. |

ALLEGATI

1. Manuale di uso e manutenzione per chiusura flessibile ad impacchettamento verticale per la chiusura e protezione degli specchi installati sulla struttura definita "paraboloide" dell'impianto a concentrazione solare presso il C.R. ENEA PORTICI (NA).
2. Manuale di installazione, funzionamento e manutenzione per motori elettrici a bassa tensione "MT MOTORI ELETTRICI".
3. Schemi elettrici.

Operazione 4:

MONTAGGIO BARRIERE DI SICUREZZA NELL'AREA TRA LO SPECCHIO PRIMARIO ED IL RICEVITORE

Questa operazione prevede il montaggio di barriere anti-intrusione che devono delimitare l'area tra lo specchio primario ed il ricevitore solare dell'impianto.

In tale area, infatti, il fascio di luce proveniente dall'eliostato viene concentrato e focalizzato dagli specchi concentratori montati sul paraboloide, per poi convergere sul target dove è posto il ricevitore e dove si raggiunge il massimo livello di concentrazione pari a circa 2000 soli.

Pertanto, al fine di evitare i rischi legati all'esposizione ad un fascio di radiazione concentrata (es. agli occhi, o probabili ustioni sul corpo), tale area deve essere sgombra da personale durante il normale funzionamento dell'impianto. Nel caso in cui un operatore casualmente, o di proposito, entri all'interno del perimetro delimitato dalle barriere, pertanto, l'impianto dovrà andare in sicurezza prevedendo nel più breve tempo possibile sia la discesa della porta scorrevole ad impacchettamento verticale posta sulla facciata Nord della struttura del "Paraboloide", sia una movimentazione dell'eliostato che consenta di portare il sistema in una condizione di fuori puntamento che determini una veloce defocalizzazione ed uno spostamento del fascio concentrato verso l'alto in modo da limitare i danni a carico di una persona presente in tale zona.

ENEA ha acquistato una serie di barriere ad infrarossi che serviranno appunto a delimitare l'area "off-limits" ed a mettere in moto la procedura di sicurezza suddetta nel caso esse intercettino il passaggio di una persona.

In dettaglio la Ditta Appaltatrice dovrà montare tali barriere, che verranno fornite in conto lavorazione da ENEA, secondo lo schema di Fig. 32. Le operazioni da effettuare sono le seguenti:

- 1) fornitura e montaggio in opera di N°6 paline in carpenteria metallica zincata sulle quali applicare i ricevitori o i trasmettitori ad infrarossi;
- 2) fornitura e installazione di una tubazione in acciaio zincato di tipo TAZ di diametro 32 mm lungo il perimetro dell'area delimitata per una lunghezza totale di circa 65m, al fine di collegare mediante dei cavi di segnale e potenza le barriere tra di loro e ad un quadro di controllo da posizionare sulla struttura del paraboloide;
- 3) fornitura e installazione di cavi di potenza 2x6mmq per collegare le barriere tra di loro ed al quadro di controllo per una lunghezza di circa 65m;
- 4) fornitura e installazione di cavi di segnale 7x2,5mmq per collegare le barriere tra di loro ed al quadro di controllo per una lunghezza di circa 65m;
- 5) fornitura e installazione di un case in materiale plastico con apertura frontale con grado di protezione IP65, di dimensioni minime 600x600x200 mm completo della carpenteria metallica necessaria all'ancoraggio sulla struttura metallica del paraboloide completo di un alimentatore DC a 24V di potenza in uscita almeno pari a 60W.

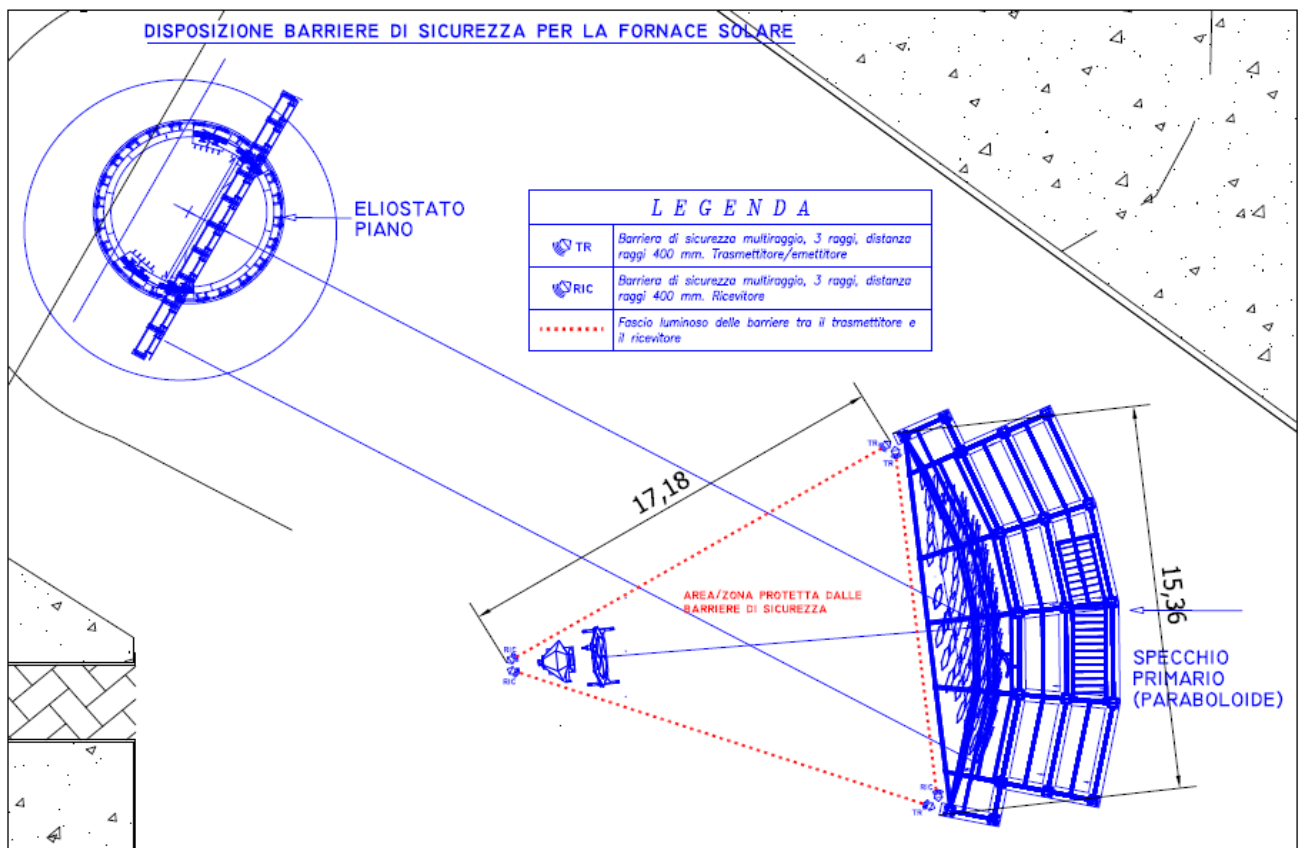


Fig. 32-Layout di montaggio delle barriere ad infrarossi a protezione dell'area interdotta tra il paraboloide ed il ricevitore della fornace solare