

# Manuale d'uso e Manutenzione

## TURBINA A GAS PGT5/2

---

<b>Cliente:</b>	<b>THERMASTER CENTRALE CO/GEN VARESE</b>
<b>Località Impianto:</b>	<b>VARESE (ITALY)</b>
<b>Impianto:</b>	<b>CENTRALE COGENERAZIONE DI VARESE</b>
<b>GE O&amp;G Job:</b>	<b>1731334 (SERIAL NUMBER G09097)</b>

---

**Manufacturer:**  **GE Oil & Gas**

Via Felice Matteucci, 2  
50127 Florence, Italy  
T +39 055 423 211  
F +39 055 423 2800



**MANUALE DI USO E MANUTENZIONE**

Revisione e descrizione stato

ISTRUZIONI ORIGINALI

Stato revisione	Data	Realizzato	Controllato	Approvato	Descrizione revisione
00	13.09.16	GDS	Rosi P.	Paoletti S.	Manuale Completo

LE INFORMAZIONI CONTENUTE NEL PRESENTE MANUALE DI USO E MANUTENZIONE SONO DA CONSIDERARSI RISERVATE E PROPRIETÀ DI **NUOVO PIGNONE TECNOLOGIE SRL**, COME ADEGUATAMENTE INDICATO. ESSE NON POSSONO ESSERE USATE O DI- VULGATE A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DI **NUOVO PIGNONE TECNOLOGIE SRL**. ALL'INTERNO DEL PRESENTE MANUALE LE SEZIONI DI DOCUMENTAZIONI PROVENIENTI DA SUBFORNITORI SONO RIPORTATE COME ORIGINARIAMENTE RICEVUTE.

**NOTA**

IL PRESENTE MANUALE CONTIENE ED È STATO SVILUPPATO UTILIZZANDO UN INSIEME DI DOCUMENTI E DISEGNI IN CORSO DI VALIDITÀ ALLA DATA DI PUBBLICAZIONE DEL PRESENTE MANUALE. REVISIONI SUCCESSIVE A TALI DOCUMENTI E DISEGNI SARANNO GESTITE ATTRAVERSO IL VDR COME DEFINITO DALLE CONDIZIONI E TERMINI CONTRATTUALI APPLICABILI. IN CASO DI CONFLITTO TRA LE REVISIONI DEI DOCUMENTI CONTENUTE NEL MANUALE E QUELLE PRESENTI A VDR, PREVARRÀ QUEST'ULTIMO.

## **1.1 SERVIZIO POST VENDITA**

### **1.1.1 GE OIL & GAS, COMUNICAZIONE TECNICA**

I bollettini tecnici (NIC/TIL e TEC) rappresentano i documenti ufficiali emessi da GE Oil & Gas a beneficio dei Clienti, per comunicare miglioramenti apportati ai prodotti e raccomandazioni tecniche per la risoluzione di problematiche legate alla flotta.

Un'applicazione chiamata "Technical Enhancements & Notifications (TEN) platform" (Piattaforma per i miglioramenti tecnici e le notifiche (TEN)) costituisce l'archivio online in cui vengono conservati tutti i bollettini e i miglioramenti tecnici pubblicati da GE Oil & Gas.

Utilizzando questa piattaforma, i Clienti possono monitorare e aggiornare lo stato di implementazione dei documenti applicabili alla propria flotta, nonché ricercare e scaricare tutte le comunicazioni tecniche rilevanti per la propria apparecchiatura.

La piattaforma TEN è disponibile sul sito web ufficiale di GE Oil & Gas all'indirizzo: <https://www.geoilandgas.com/technicalupdates>

Una volta effettuata la registrazione, i Clienti possono accedere in qualsiasi momento per visionare e scaricare tutti i bollettini corrispondenti alla loro specifica apparecchiatura GE. La ricerca può essere effettuata secondo le seguenti categorie: tipo di tecnologia, numero di serie dell'equipaggiamento, numero di bollettino, titolo/parola chiave, data di pubblicazione, categoria di conformità e altre ancora.

I Clienti che hanno effettuato la registrazione sulla piattaforma TEN ricevono automaticamente le notifiche tramite posta elettronica quando vengono pubblicati i nuovi bollettini rilevanti per la loro apparecchiatura. Le istruzioni su come accedere alla piattaforma TEN, nonché ulteriori informazioni riguardo l'applicazione, sono disponibili sul sito web di TEN.

### **1.1.2 CENTRO DI ASSISTENZA AL CLIENTE**

I Clienti possono chiamare il nostro Centro di Assistenza al Cliente (CSC) 24 ore su 24 e 7 giorni su 7 oppure possono trovare lo specialista tecnico più indicato per una certa problematica in Support Central, CCM, nella Technical Assistance Community (Community per l'assistenza tecnica). Lo specialista tecnico rimarrà l'assegnatario dell'identificativo (ID) del caso fino a quando non verrà trovata una soluzione. Il team del CSC prende in carico le problematiche del Cliente, le registra e ne tiene traccia mediante il Customer Claim Management (Gestione delle richieste dei clienti) oppure assiste il Cliente in questo compito, velocizzando in tal modo il procedimento.

CSC: Technical Assistance Form (Modulo di assistenza tecnica)

Al momento della presentazione di una richiesta di assistenza tecnica, il Centro di Assistenza al Cliente necessita delle seguenti informazioni. L'omissione delle informazioni richieste potrebbe rallentare il procedimento. Il Centro di Assistenza al Cliente è disponibile 24 ore su 24 e 7 giorni su 7 per ricevere il modulo e assistere il Cliente rispondendo in tempi rapidi.



- Numero di serie dell'unità *(per apparecchiature ausiliarie e altre apparecchiature associate, indicare sempre anche il numero di serie della macchina)*
- Ore di accensione della macchina
- Numero di avvii
- Stato attuale della macchina
- Tipo e data dell'ultimo intervento
- Registro degli allarmi e degli arresti improvvisi
- La macchina è coperta dal servizio di monitoraggio e diagnostica remoti? (Sì/No)
- Descrizione dell'evento
- L'evento è ricorrente? (Sì/No)

**Se applicabile**

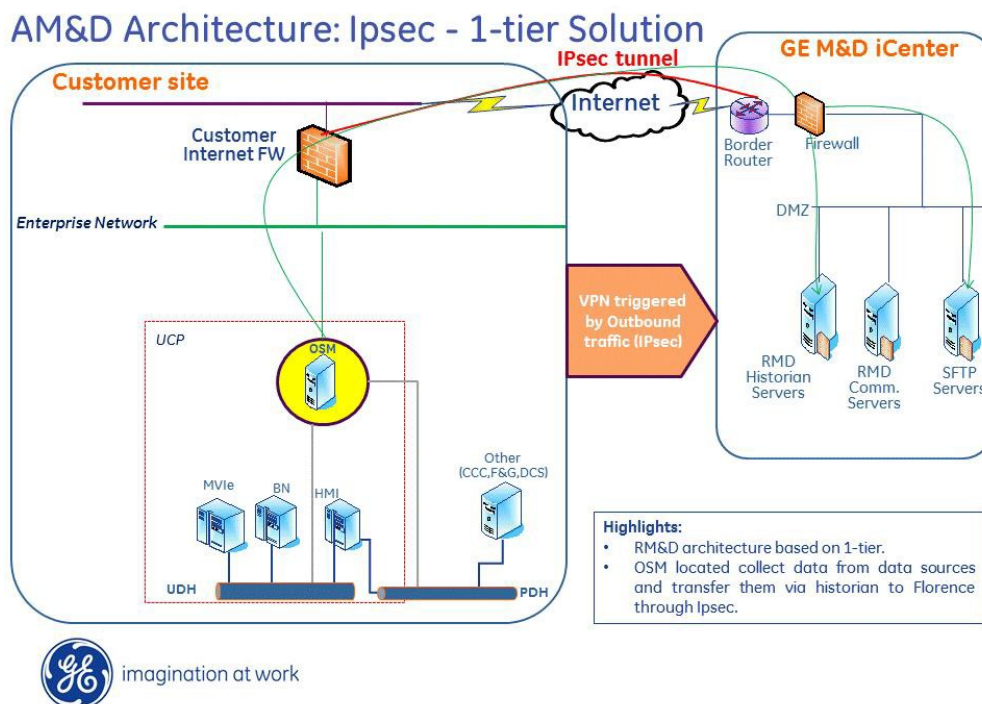
- Valori di vibrazione e di spostamento assiale con i rispettivi
- numeri di contrassegno GE
- Valori di temperatura dei cuscinetti con il rispettivo numero di contrassegno GE

**Telefono: +39-055-427 2500****Fax: +39-055-423 2800****E-Mail: [customer.service.center@ge.com](mailto:customer.service.center@ge.com)****1.1.3 SERVIZIO AM&D PER NUOVE APPARECCHIATURE**

Le macchine e le apparecchiature accessorie per le applicazioni nell'ambito di gas e petrolio devono funzionare nel rispetto dei parametri specificati in modo da garantire il raggiungimento delle prestazioni, degli obiettivi di produzione e dei costi operativi desiderati. I metodi di monitoraggio tradizionali richiedono la presenza di personale e l'effettuazione di analisi direttamente in sito, con l'assistenza periodica del servizio tecnico OSM (monitoraggio in sito). Il servizio AM&D di GE offre in alternativa un migliore servizio di monitoraggio continuo da parte di tecnici specializzati, con tempi di risposta significativamente più brevi e senza costi o sforzi logistici aggiuntivi per inviare il personale in sito.

**1.1.4 COME FUNZIONA**

Ai nostri strumenti di monitoraggio standard (che misurano la temperatura, la pressione, le vibrazioni ecc.) si aggiunge un Site Connectivity Kit (Kit di connettività del sito) in modo che i dati operativi possono essere trasferiti in modo sicuro dal sito al centro AM&D di GE Oil & Gas. Il sistema di M&D (monitoraggio e diagnostica) è collegato alle nostre centrali operative di Firenze, Houston e Kuala Lumpur, dove un team dedicato di tecnici diagnostici valuta i parametri attuali e i parametri obiettivo, oltre alle correlazioni tra le componenti, in modo da monitorare in modo continuo le prestazioni e lo stato di salute di quest'ultime. Quindi il team assiste il vostro staff nelle attività in sito che vanno dalla stesura di dettagliati piani di ottimizzazione all'attuazione di procedure di emergenza immediata. Il seguente schema illustra l'architettura complessiva del sistema AM&D:



Il sistema serve a migliorare le prestazioni e il livello di protezione delle macchine e a questo scopo si implementa un insieme di soglie diagnostiche nel sistema centrale. Inoltre il sistema semplifica le attività di assistenza tecnica e il servizio di assistenza al cliente.

GE Oil & Gas is a world leader in advanced technology equipment and services for all segments of the oil and gas industry- from drilling and completion to production, transportation, storage, refining, processing and petrochemicals. With the acquisition of VetcoGray and Hydril Pressure Control, our portfolio now boasts one of the most comprehensive range of products, systems and services for onshore, offshore and subsea applications. Our best-practice service solutions- including pipeline inspection and integrity services- ensure that oil and gas wells, plants and equipment remain at peak performance levels. And as part of GE, we regularly incorporate new technologies and processes developed throughout our global business to enable oil and gas customers to continuously achieve greater levels of productivity.

Our numbers	Installed Base	
2007 revenue: \$6.8 billion	Compressors: 11,000	Surface systems: more than 100,000 in production
Employees: 12,300	Turbines: 5,000	Subsea drilling systems: used on 50% of all subsea wells
Operating in 70 countries worldwide	Centrifugal pumps: 18,000	Subsea production: more than 1,000 systems installed
Serving the oil and gas industry for more than a century	Turboexpanders: 2,000	Capital drilling systems: used on 85% of floating rigs
	Air-cooled heat exchangers: 40,000	Floating production systems: used on >50% of all FPSs
	Heavy wall reactors and steam condensers: more than 200	Total pipelines inspected: 630,000 km

## Surface and Subsea Drilling Systems

All the equipment required for drilling and completing a well, on land or subsea, including a complete line of customized wellhead systems that deliver "next level" advanced performance to meet the most demanding operating conditions.

### Applications

- Onshore drilling systems
- Offshore surface systems
- Subsea drilling systems
- Capital drilling systems
- Floating drilling systems

### Products and Services (Drilling)

- Blowout preventers (BOP)
- BOP connectors
- Casing connectors
- Choke valves
- Diverter systems
- Drilling BOP control systems
- Drillstem valves
- Elastomers
- Gate valves
- Installation tooling and service
- Marine risers
- Mudline suspension
- Pulsation dampeners
- Subsea wellheads
- Surface wellheads



## Oil and Gas Production

The most comprehensive range of equipment and services for onshore, offshore and subsea applications, providing long life and reliability even under extreme operating temperatures and pressure levels.

### Applications

- Gas processing and treatment
- Gas and water injection
- Subsea processing and power
- Gas re-injection
- Gas lift
- Liquefied natural gas (LNG)
- Gas export
- Power generation

### Products and Services

- Subsea control systems
- Subsea tree systems
- Subsea separation
- Subsea electrical connections
- Subsea flowline connections
- Subsea manifolds
- Flow assurance systems
- Aeroderivative gas turbines
- Heavy-duty gas turbines
- Compressors
- Turboexpanders
- API 6A and 6D valves
- Air-cooled heat exchangers
- Surface tree systems
- Manifolds and templates
- Power distribution systems
- Protective structures
- Intervention systems
- Intelligent well technology
- Pipeline integrity management



## Transportation and Storage

Our leadership in this area covers design, manufacturing and services for every stage of the process from production plants to distribution points, including gas storage and subsea pipelines.

### Applications

- Oil and gas transmission pipelines
- Gas storage
- Gas gathering
- Power generation

### Products and Services

- Aeroderivative gas turbines
- Heavy-duty gas turbines
- Compressors
- Pipeline integrity management
- Oil pumps driven by gas turbines or electric motors
- High-speed reciprocating compressors
- Air-cooled heat exchangers
- Reducing and metering stations
- Accessory equipment such as ball valves and process coolers

## Refining and Petrochemicals

Our expertise spans the full range of traditional applications such as crude oil refining, through to emerging technologies that help meet the global need for clean fuels, including gas-to-liquids processing. We design, manufacture and service equipment to meet individual plant requirements and offer the advantage of multi-product integrated solutions:

### Applications

- Petrochemicals
- Refining
- Gas-to-liquids
- Power generation

### Products and Services

- Compressors
- Steam turbines
- Heavy-duty gas turbines
- Reactors
- Steam condensers
- Centrifugal pumps
- Valves
- Air-cooled heat exchangers
- Reducing and metering systems

## Floating Production Systems

Our portfolio encompasses the supply of specialized products and services for various forms of floating production platforms, e.g., TLPs, SPARs, hybrid riser towers, FPSOs, etc. Thanks to innovative product development and high quality manufacturing supported by world-class analytical capabilities, design and development studies, installation experience and operational data - GE has a long and distinguished track record as a world leader and innovator for tomorrow's ultra-deep, high pressure and high temperature developments.

## Global Services

We provide custom engineered solutions to maintain and enhance performance over the complete lifecycle of oil and gas customer assets. Our offering spans from traditional services including spare parts supply, field service and technical assistance and repairs, to state-of-the-art technology for greater reliability and availability of installed equipment:

- OEM spare parts, maintenance, repairs and consultative services to optimize facility maintenance and operating expense
- A full range of technical support and troubleshooting, including continuous real-time remote monitoring of facilities and equipment
- Comprehensive solutions ranging from system and equipment upgrades to debottlenecking projects and environmental services
- Contractual Service Agreements to maintain facilities, systems and pipelines at benchmark reliability and availability

## Pipeline Inspection and Integrity

We provide a comprehensive range of reliable pipeline inspection services for both oil and gas applications, including the industry's most advanced in-line inspection tools and highly experienced in-field service teams who tailor solutions to meet specific client needs around typical threats to pipelines.

- Metal loss and corrosion
- Cracking including SCC
- Mechanical damage
- Direct assessment
- Solutions for unpiggable pipelines
- Extensive field and repair services and mapping

Being inspected, we have a unique, comprehensive range of Pipeline Integrity Services that minimize downtime, extend asset operating life, reduce operating costs, enhance pipeline safety and demonstrate regulatory compliance:

- Integrity engineering and management
- GIS and data management software solutions
- Continuous third-party impact damage detection

## Industrial Power Generation

We provide turnkey modules for every sector of the oil and gas industry, as well as for solar and geothermal applications - and lifecycle services from feasibility studies to operations and contractual maintenance - including equipment, basic and detailed engineering, balance of plant, erection and installation services.

Our installation, commissioning and outage services are backed by more than 900 trained and certified Field Engineers and our aftermarket capabilities in 46 key locations provide spare parts, rental tools for upstream applications, and repairs for 24/7 customer service to keep the oil and gas flowing.



## Environmentally responsible growth

Launched in 2005, ecomagination is GE's commitment to develop innovative technologies that help customers address their environmental and financial needs while helping GE to grow responsibly. For a product to be certified in the ecomagination initiative it must significantly improve environmental and operating performance. Today, GE's product

portfolio includes over 60 energy-efficient and environmentally advantageous products and services.

[ecomagination.com](http://ecomagination.com)



## GE imagination at work

[ge.com/oilandgas](http://ge.com/oilandgas)

## INDICE DEI VOLUMI

Volume 1 – DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO TURBINA A GAS

Volume 2 – MANUTENZIONE TURBINA A GAS

Volume 3 – LISTE PARTI TURBINA A GAS

Volume 4 – APPARECCHIATURE AUSILIARIE E STRUMENTAZIONE

Volume 5 – DISEGNI DI RIFERIMENTO ALLA COMMESSA

# Manuale d'uso e manutenzione

## TURBINA A GAS PGT5/2

### Volume 1

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO TURBINA A GAS

---

Cliente:	THERMASTER CENTRALE CO/GEN VARESE
Località Impianto:	VARESE (ITALY)
Impianto:	CENTRALE COGENERAZIONE DI VARESE
GE O&G Job:	1731334 (SERIAL NUMBER G09097)

---



# INDICE

Indice	Pagina
1 ISTRUZIONI SULLA SICUREZZA.....	1
2 DESCRIZIONE TURBINA A GAS .....	2
2.1 INFORMAZIONI GENERALI .....	2
2.1.1 Orientamento macchina .....	2
2.2 DESCRIZIONE FUNZIONE .....	2
2.3 DESCRIZIONE TURBINA A GAS .....	2
2.3.1 Informazioni generali .....	2
2.3.2 Descrizione turbina a gas .....	4
2.4 SINTESI DATI APPARECCHIATURA .....	7
3 SEZIONE COMPRESSORE .....	10
3.1 CONDOTTO INGRESSO ARIA .....	10
3.2 CARTER COMPRESSORE.....	11
3.3 CASSA DI SCARICO DEL COMPRESSORE.....	11
3.4 ROTORE.....	13
3.5 PALE DI PRE-ROTAZIONE.....	15
4 SEZIONE COMBUSTIONE.....	17
4.1 SISTEMA DI COMBUSTIONE "DLN" .....	17
4.1.1 Testata .....	17
4.1.2 Camicia.....	18
4.2 SISTEMA DI CONTROLLO A SECCO BASSE EMISSIONI NOx .....	21
4.3 PEZZO DI TRANSIZIONE .....	24
4.4 ACCENSIONE .....	24
4.5 RILEVATORE FIAMMA.....	25
5 SEZIONE TURBINA.....	27
5.1 CASSA TURBINA .....	27
5.2 PALE FISSE (UGELLO).....	27
5.2.1 Ugello primo stadio .....	27
5.2.2 Ugello secondo stadio.....	29
5.3 LAME E DISCHI TURBINA (PRIMO e SECONDO STADIO).....	29
5.4 CASSA DI SCARICO.....	30
5.4.1 Sezioni principali della struttura della cassa di scarico .....	30
5.4.2 Architettura cassa di scarico.....	31
6 CUSCINETTI .....	31
6.1 CUSCINETTO PORTANTE.....	31
6.1.1 Lubrificazione cuscinetto portante.....	31
6.2 CUSCINETTO DI SPINTA .....	34
6.2.1 Lubrificazione cuscinetto di spinta.....	34
7 INSTALLAZIONE NODO DI MESSA A TERRA.....	36
7.1 REQUISITI GENERALI .....	36
7.2 REQUISITI DETTAGLIATI.....	37
7.3 REQUISITI MANUTENZIONE.....	38
8 GIUNTI .....	40
8.1 INFORMAZIONI GENERALI .....	40
8.2 DISPOSITIVO DI ACCOPPIAMENTO AUSILIARIO A LUBRIFICAZIONE CONTINUA .....	40
8.3 ACCOPPIAMENTO CARICO A LUBRIFICAZIONE CONTINUA .....	40
8.4 ACCOPPIAMENTO DEL CARICO SENZA LUBRIFICAZIONE (QUALE ALTERNATIVA AD ACCOPPIAMENTO CARICO A LUBRIFICAZIONE CONTINUA) .....	40
8.5 LUBRIFICAZIONE .....	41
8.6 USURA DENTATURA .....	41
9 INTRODUZIONE ALLA MANUTENZIONE.....	43

10	FUNZIONAMENTO STANDARD.....	44
10.1	RESPONSABILITÀ OPERATORE.....	44
10.2	CONTROLLI PRIMA DELLA MESSA IN FUNZIONE.....	44
10.3	CONTROLLI DURANTE IL FUNZIONAMENTO INIZIALE.....	45
10.4	MISURE PRECAUZIONALI OPERATIVE DI TIPO GENERALE.....	45
11	ELENCO DI OLIO LUBRIFICANTE RACCOMANDATO.....	47
12	CICLO DI VITA E IMPATTO AMBIENTALE.....	48
12.1	CICLO DI VITA.....	48
12.2	IMPATTO AMBIENTALE.....	48
13	SISTEMI INTERNAZIONALI DI UNITÀ DI MISURA - TABELLE DI CONVERSIONE.....	49



## 1 ISTRUZIONI PER LA SICUREZZA

Fare riferimento alle seguenti Istruzioni sulla sicurezza per turbine a gas: [SOM6755582](#).

## 2 DESCRIZIONE TURBINA A GAS

### 2.1 INFORMAZIONI GENERALI

Il presente manuale è stato realizzato principalmente per operatori e addetti all'uso e alla manutenzione della turbina a gas di questo impianto.

L'impianto è costituito da un gruppo turbina PGT multialbero, di tipo industriale, conforme ai requisiti di macchinario di seconda generazione "Heavy Duty" e da un compressore alternativo.

#### 2.1.1 Orientamento macchina

In genere, tutti i componenti sono identificati in relazione alla direzione del flusso che ha origine dal condotto di ammissione e che fluisce attraverso la turbina in direzione assiale, per raggiungere il diffusore di scarico. [Figura 2](#).

### 2.2 DESCRIZIONE FUNZIONE

La macchina è progettata per attuare la compressione a bassa pressione. L'aria aspirata viene compressa durante i 15 stadi di rotazione del compressore assiale, quindi inviata alla camera di combustione dove diventa attiva. Grazie alla miscelazione con combustibile gassoso, realizzata in un rapporto aria/combustibile adeguato, e alla successiva combustione, l'aria si espande attraverso i due stadi della turbina.

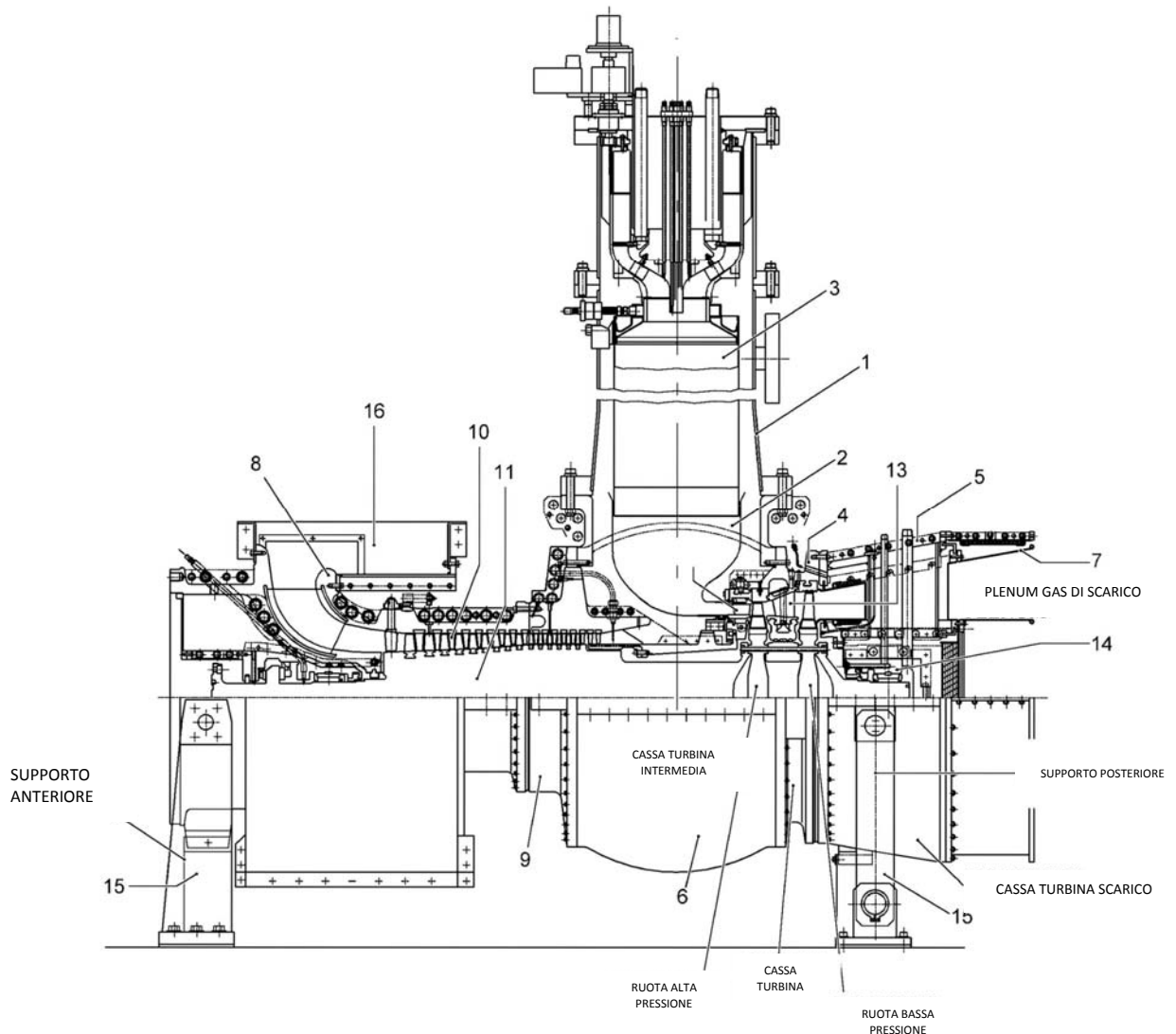
In questo modo, l'energia termica viene trasformata in energia meccanica. A seguito dell'espansione, i gas di scarico vengono incanalati nella cassa di scarico e, a seconda del tipo di impianto, l'energia termica residua può essere recuperata utilizzando caldaie di recupero (produzione vapore) o cicli di rigenerazione.

### 2.3 DESCRIZIONE TURBINA A GAS

#### 2.3.1 Informazioni generali

La turbina a gas **Nuovo Pignone** PGT5/2 è un macchinario multi-albero, progettato per azionare un compressore alternativo.

La turbina è montata su una base in acciaio.



**Figura 1 - Disegno in sezione turbina a gas (rappresentativo)**

**LEGGENDA**

1	CAMERA DI COMBUSTIONE
2	ELEMENTO DI TRANSIZIONE
3	CALOTTA E CAMICIA
4	CASSA TURBINA
5	CASSA TURBINA DI SCARICO
6	CASSA TURBINA INTERMEDIA
7	DIFFUSORE ESTERNO
8	CONDOTTO DI INGRESSO E CUSCINETTO N° 1
9	CASSA DI SCARICO DEL COMPRESSORE
10	PALETTA STATORE DEL COMPRESSORE
11	ROTORE TURBINA
12	UGELLO PRIMO STADIO
13	UGELLO SECONDO STADIO
14	CUSCINETTO N° 2
15	BULLONATURA & CHIODATURA
16	PLENUM INGRESSO

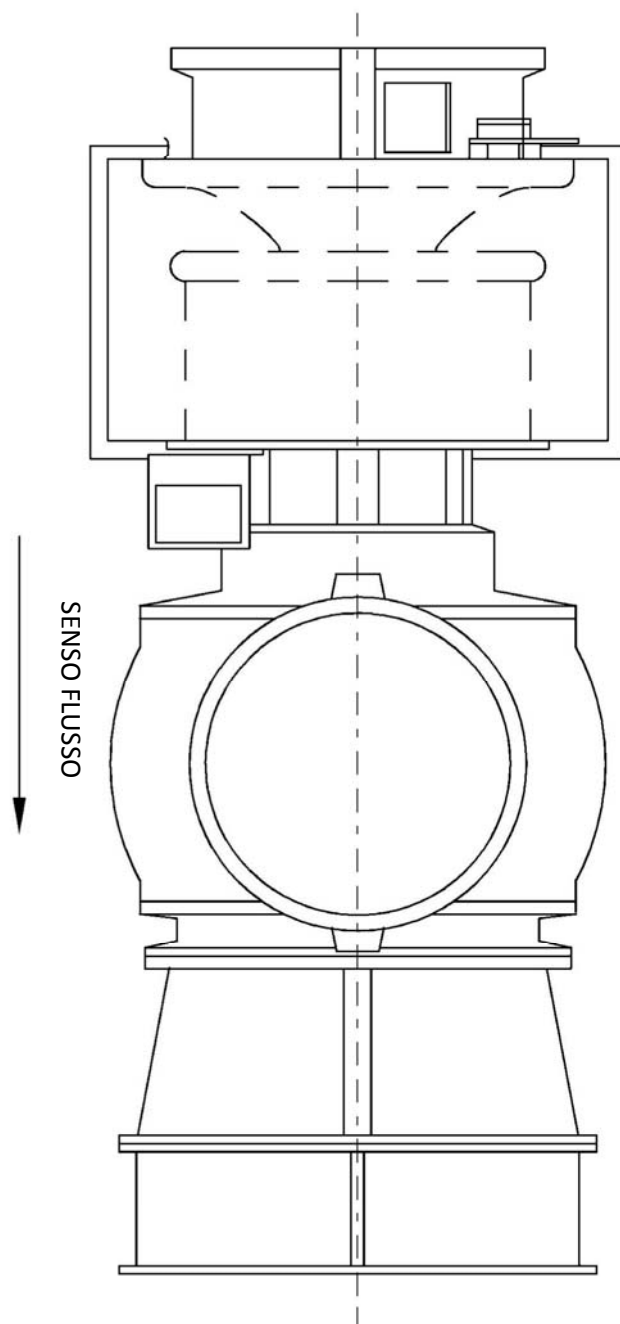
**2.3.2 Descrizione turbina a gas**

La descrizione è divisa in sezioni con riferimento alle seguenti parti principali della turbina:

- SEZIONE COMPRESSORE
- SEZIONE COMBUSTIONE
- SEZIONE TURBINA
- CUSCINETTI
- PIASTRA DI BASE
- SISTEMA DI ASPIRAZIONE
- SISTEMA DI SCARICO
- CABINA
- SISTEMA DI AVVIAMENTO
- SISTEMA ARIA DI TENUTA E RAFFREDDAMENTO
- SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE
- IMPIANTO OLIO IDRAULICO
- SISTEMA GAS COMBUSTIBILE
- SISTEMA DI LAVAGGIO COMPRESSORE ASSIALE "OFF-LINE"
- FUNZIONAMENTO
- SISTEMA DI CONTROLLO

La descrizione spesso fa riferimento alla parte anteriore, posteriore e a destra o sinistra della turbina e dei suoi diversi componenti.

Per convenzione, le estremità sono stabilite guardando la macchina nella direzione del flusso di gas, dall'aspirazione allo scarico, e si applicano sia alle turbine sia ai componenti in esse assemblati.



**Figura 2 - Turbina**

## 2.4 SINTESI DATI APPARECCHIATURA

### DATI GENERALI PROGETTAZIONE

DATI GENERALI PROGETTAZIONE	
Serie modello turbina a gas	PGT5/2
Tipo	Heavy duty, servizio industriale
Ciclo	Semplice
Rotazione albero	In senso orario
N° alberi	Due
SEZIONE COMPRESSORE	
Numero stadi compressore	15
Tipo compressore	Flusso assiale
Rapporto	8,6:1
Divisione cassa	Flangia orizzontale
Albero	Forgiato
Velocità	11140 giri/minuto
SEZIONE TURBINA	
Numero stadi turbina	2 (AP & BP)
Divisione cassa	Orizzontale
Velocità	11140 rpm
COMBUSTORI	
N° combustori	1
Tipo	Controcorrente
Ugello combustibile per combustori	UNO
Tipo di avvio/Numero	Accenditore, 1
Tipo combustibile	Gas naturale
Rilevatore di fiamma	1, a ultravioletti
CUSCINETTI	
N°1, N°2	Ellittico, pattino oscillante
Lubrificazione	Lubrificazione a pressione
Spinta attiva	Pattino oscillante
Spinta inattiva	Anello
Sistema di drenaggio	Sistema a gravità
Lubrificante	Olio minerale

DIMENSIONI E PESI	
Peso (turbina a gas + riduttore)	Circa 12.500 chili
Peso max per manutenzione	2825 chili
Lunghezza unità (imballaggio)	8,75 m
Altezza (imballaggio)	3 m

**Palette direttrici ingresso, tipo Variabile** Per ulteriori informazioni, consultare il foglio dati nel Volume Disegni di riferimento.



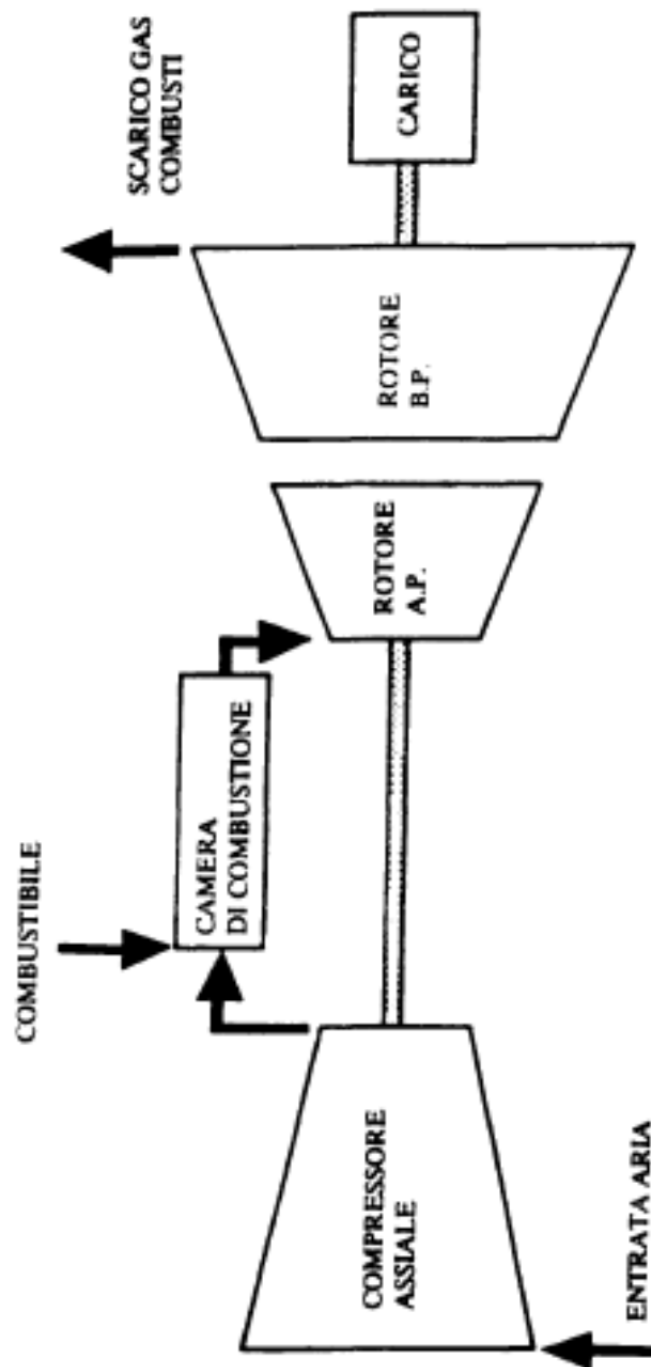


Figura 3 - Schema turbina a gas bialbero, a ciclo semplice

### 3 SEZIONE COMPRESSORE

Il compressore assiale è costituito da cinque componenti principali:

- Condotto di ingresso aria
- Carter compressore
- Cassa di scarico del compressore
- Rotore
- Pale di pre-rotazione

Le pale dello statore, installate sul corpo di testa e ingresso aria del compressore, comprendono un totale di 15 stadi. I primi tre stadi sono costituiti da pale a simmetria variabile.

Il gruppo palettatura del rotore è costituito da 15 stadi assemblati su un albero. La compressione dell'aria è ottenuta attraverso una serie di passaggi in camere anulari, la cui sezione è determinata dalle dimensioni geometriche delle pale del compressore, che si riduce in rapporto al numero progressivo di stadi.

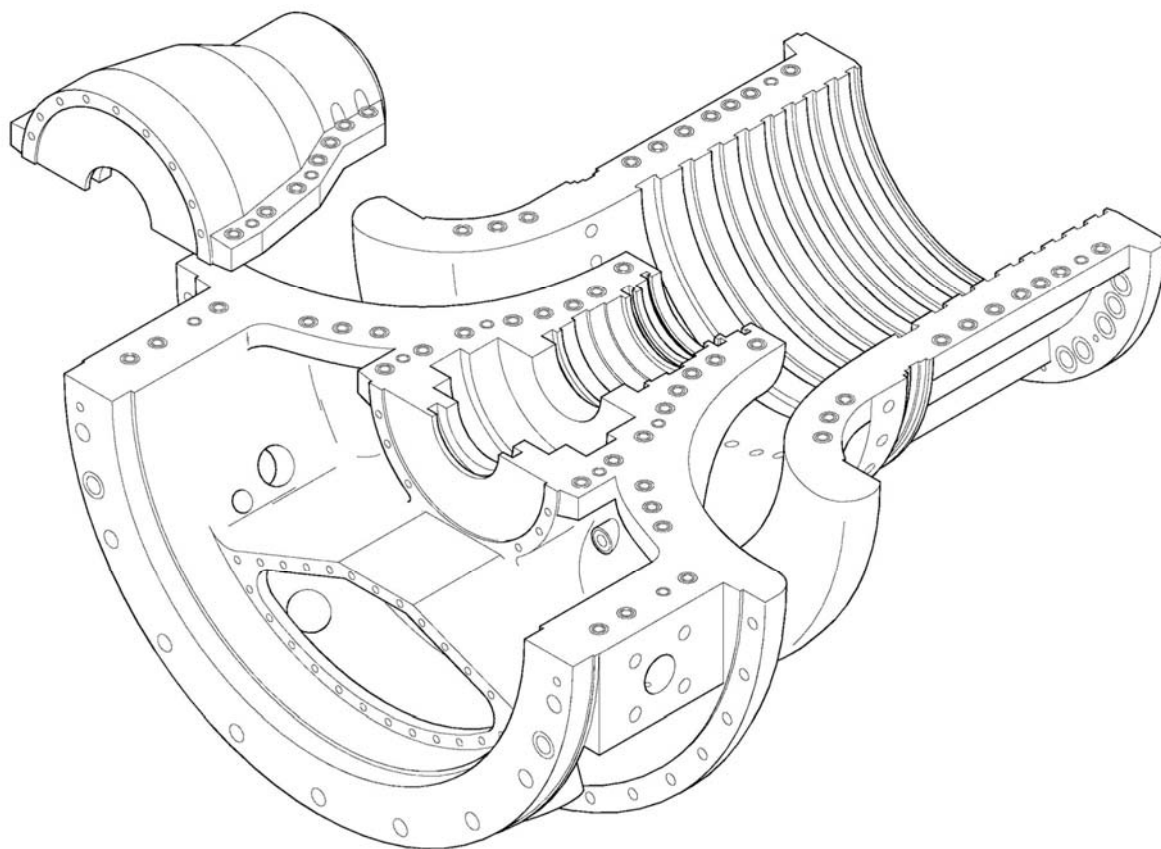
#### 3.1 CONDOTTO INGRESSO ARIA

Il condotto è realizzato tramite saldatura per fusione di ghisa nodulare e si compone di due parti divise in orizzontale. Viene fissato al carter compressore con una serie di bulloni. Sostiene una parte del peso della turbina, trasferendolo alla base attraverso il supporto anteriore.

Il cuscinetto di spinta, il cuscinetto di supporto n°1 e le tenute ad aria nel condotto di ingresso dell'aria impediscono al lubrificante dei cuscinetti di defluire dal carter del compressore.

Una serie di tiranti e raggi in acciaio, posizionati uniformemente intorno alla circonferenza e trasformati in ghisa nodulare nella fusione del condotto, garantiscono una connessione solida tra le sezioni interne ed esterne (vedere [Figura 4](#)).

Per garantire una distribuzione uniforme di aria all'ingresso del compressore assiale, l'area frontale (anche conosciuta come area di ingresso) è stata potenziata dal punto di vista aerodinamico.



**Figura 4 - Condotto ingresso aria**

### **3.2 CARTER COMPRESSORE**

Il condotto è realizzato tramite saldatura per fusione di ghisa nodulare e si compone di due parti divise in orizzontale. È flangiato sulla sezione anteriore con il condotto di ingresso aria e, sulla sezione posteriore, con la cassa della turbina e alla cassa di scarico del compressore.

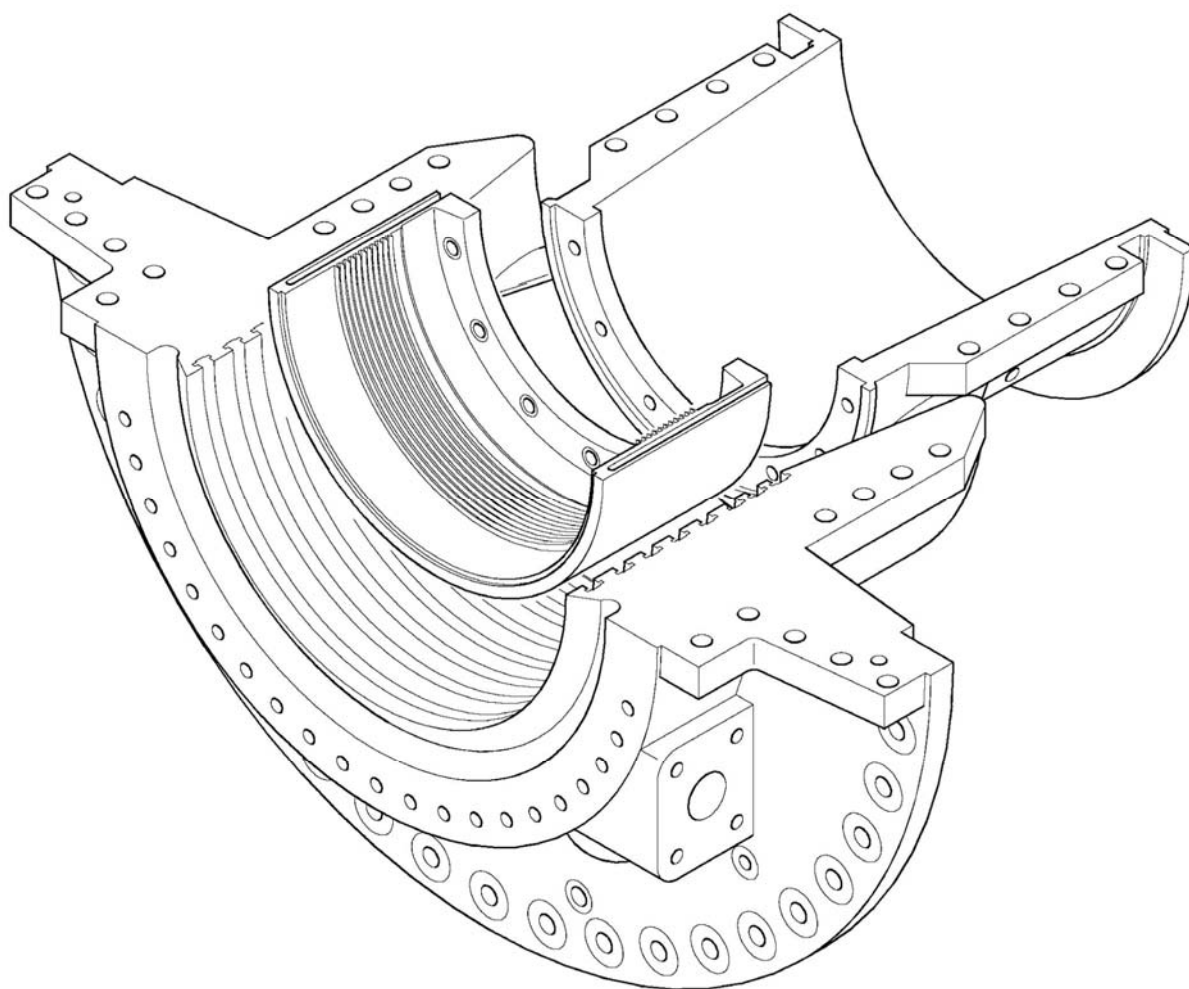
Le pale dello statore a geometria variabile (2 stadi) sono collocate con diversi sistemi cinematici per permettere il movimento nella sezione anteriore del carter che include i nove (15) stadi delle pale fisse.

### **3.3 CASSA DI SCARICO DEL COMPRESSORE**

La cassa è realizzata tramite saldatura per fusione di ghisa nodulare e si compone di due parti divise in orizzontale. Viene fissata al carter compressore con una serie di bulloni.

Le tenute d'aria riducono il flusso di aria proveniente dal carter del compressore e dirette verso le pale della turbina e favoriscono le operazioni di raffreddamento.

Una serie di tiranti, posizionati uniformemente intorno alla circonferenza, garantisce una solida connessione tra le sezioni interne e quelle esterne (vedere [Figura 5](#)).



**Figura 5 - Cassa di scarico del compressore**

### 3.4 ROTORE

Il rotore ( [Figura 6](#) ) è un'unità composta da:

- componente compressore
- componente turbina

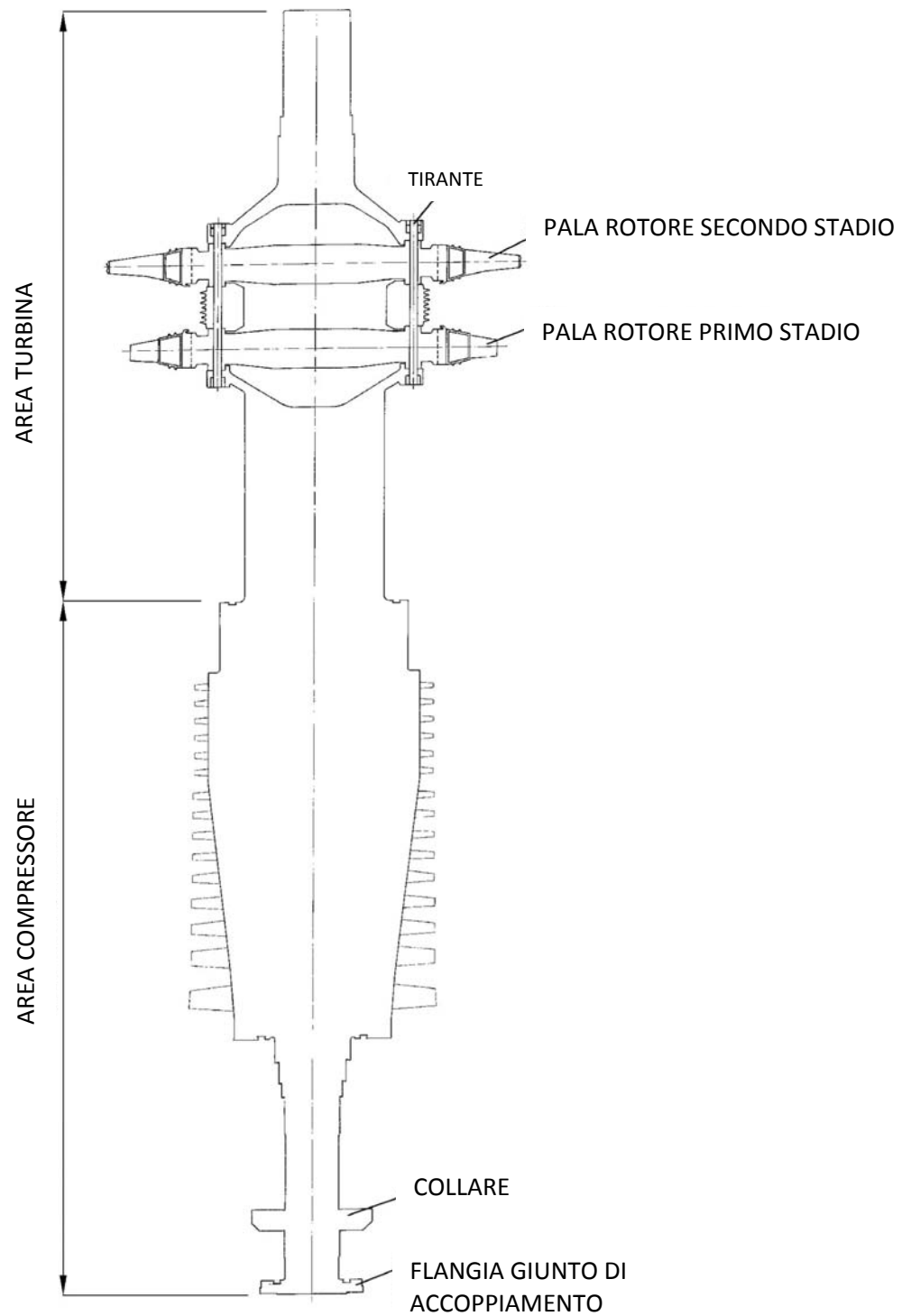
È supportato da 2 cuscinetti, uno anteriore e uno posteriore, montati rispettivamente sul condotto di ingresso dell'aria e nella cassa di scarico della turbina.

Il componente compressore del rotore è essenzialmente composto da:

- una sezione anteriore sulla quale sono assemblate le lame del primo stadio. Un cuscinetto a collare impedisce il movimento assiale causato dalla combustione;
- una flangia utilizzata per il collegamento al carico.

Il componente turbina del rotore è essenzialmente composto da:

- i dischi sui quali sono montate le pale del 1° e del 2° stadio; l'estremità del rotore è legata al disco con i tiranti.



**Figura 6 - Rotore**

### 3.5 PALE DI PRE-ROTAZIONE

Le pale a geometria variabile, inserite nel primo stadio dello statore del compressore assiale, hanno le seguenti importanti funzioni (vedere [Figura 7](#)):

- a. riduzione del flusso di aria in ingresso durante la fase di avvio e arresto, allo scopo di prevenire dannosi effetti di fluidodinamica (ostruzioni e/o farfallamento) e ridurre la potenza di avvio del motore;
- b. ottimizzazione dell'efficienza del compressore assiale nella gamma di velocità operativa.

#### **Parti principali pala pre-rotazione**

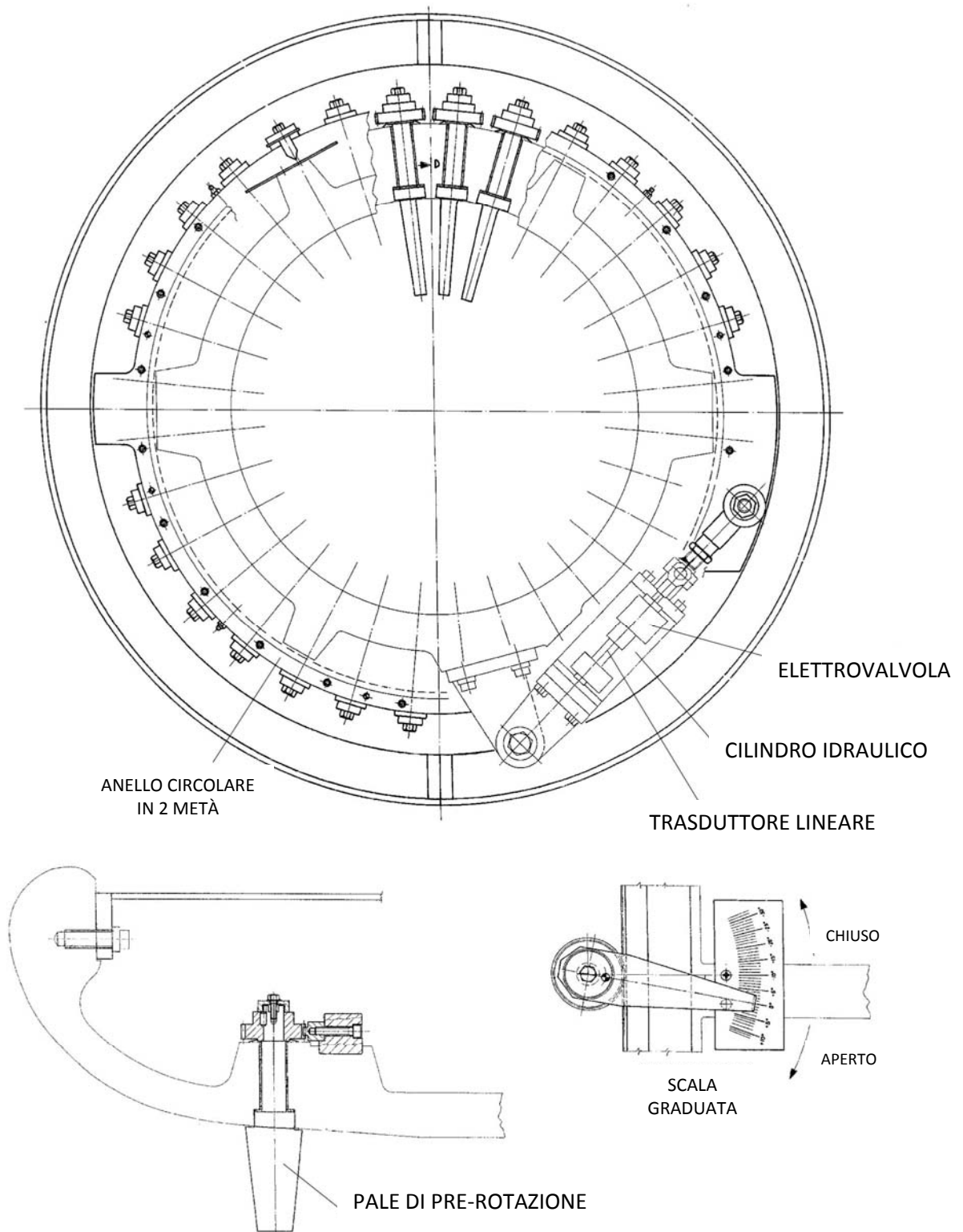
Consistono nelle seguenti sezioni principali:

- unità di controllo posizione pala che include:
- un cilindro idraulico a doppio effetto, una valvola solenoide e un trasduttore lineare ( [Figura 7](#));
- anelli circolari in due sezioni.

#### **Descrizione operativa**

Il movimento delle pale mobili è garantito da un cilindro idraulico a doppio effetto. Il cilindro è ancorato alla sezione inferiore del corpo del compressore e comandato da una valvola solenoide montata su una piastra di distribuzione olio, assemblata sul corpo stesso (vedere [Figura 7](#)).

Con la piastra di distribuzione, la valvola solenoide inietta lubrificante ad alta pressione nel cilindro il cui stelo sposta un trasformatore lineare montato su di esso. Alimentato tramite alimentazione fissa, il trasformatore produce, a seconda della posizione, alimentazione variabile che indica al pannello di controllo l'effettiva posizione degli alberi. Tale posizione deve essere compatibile con l'impostazione predeterminata della turbina. Marcando la posizione angolare, è possibile verificare la posizione della pala in rapporto alle condizioni operative della turbina.



**Figura 7 - Azionatore idraulico delle palette direttrici del compressore assiale**



## 4 SEZIONE COMBUSTIONE

La turbina è dotata di un sistema di combustione a secco con bassa emissione di fumi tossici (NOx), funzionante in base ai seguenti principi:

- per ottenere una riduzione relativa di emissione NOx, è necessario mantenere la temperatura della fiamma entro un limite di campo molto ravvicinato.  
Il controllo della temperatura della fiamma è ottenuto miscelando aria e combustibile in un rapporto specifico, prima della combustione. Il rapporto di equivalenza specifico della miscela varia in genere tra 0.5 e 0.55;
- la miscela aria/combustibile è eccessivamente povera per permettere una combustione soddisfacente in una situazione di carico parziale. Per risolvere il problema, è stato adottato un dispositivo a geometria variabile. Grazie ad una valvola speciale, l'aria del compressore assiale viene divisa in aria di combustione e aria di raffreddamento/diluyente. La portata dell'aria di combustione viene regolata per ogni condizione di carico in modo che la miscela abbia un rapporto di equivalenza specifico.

In altre parole:

- la portata del combustibile viene misurata costantemente con l'utilizzo di un diaframma standard;
- la portata dell'aria di combustione viene misurata costantemente;
- la posizione della valvola tipo split viene regolata costantemente in modo da poter garantire un rapporto di equivalenza della miscela aria/combustibile (pressoché) costante;
- per poter migliorare la stabilità della combustione (in particolare durante la transizione), il sistema comprende l'iniezione di "combustibile pilota";
- la portata del combustibile pilota viene controllata tramite una valvola esterna. La sua quantità varia in base alle esigenze di carico.

### 4.1 SISTEMA DI COMBUSTIONE "DLN"

Questo sistema di combustione si compone di tre parti:

- TESTATA ( [Figura 8](#) )
- CAMICIA ( [Figura 9](#) )
- COPERTURA ( [Figura 10](#) )

#### 4.1.1 Testata

La testata del sistema di combustione contiene la valvola di tipo split e gli ugelli principali per l'iniezione di combustibile. La valvola di separazione aria è costituita da due cilindri coassiali. Entrambi i cilindri vengono punzonati con 12 fori rettangolari identici. Il cilindro esterno è fissato alla flangia. Il cilindro interno è mobile, la sua rotazione è garantita da una corona dentata - albero pignone. La sezione di passaggio che attraversa l'apertura è variabile: può variare tra lo 0 e il 100% a seconda della rotazione del cilindro interno.

Il pignone è spinto tramite un azionatore idraulico montato sulla flangia.

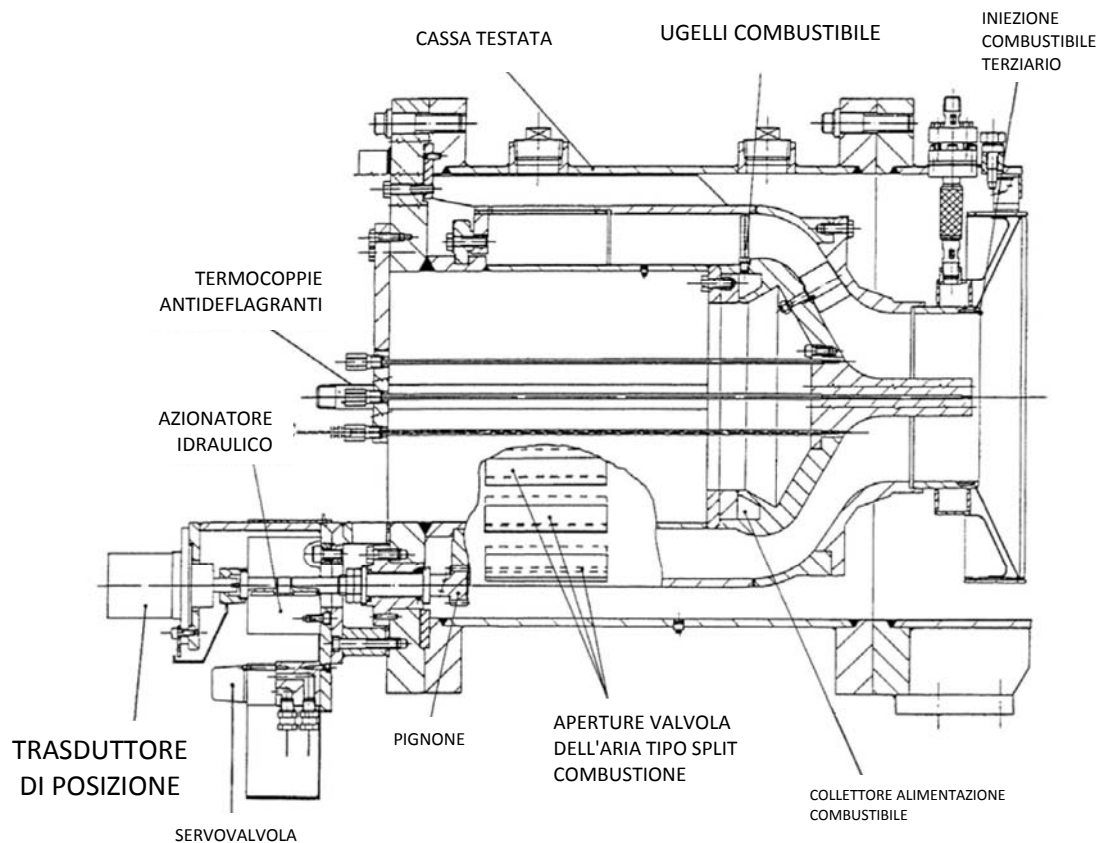
L'iniezione del combustibile viene eseguita attraverso i 24 ugelli alimentati da un collettore cilindrico.

#### 4.1.2 Camicia

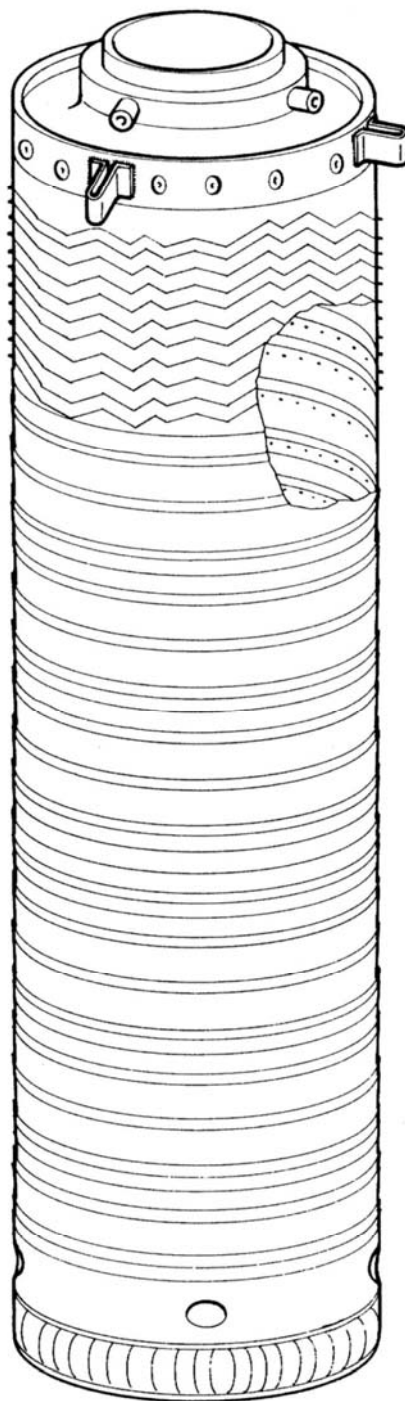
La camicia viene mostrata nella [Figura 9](#).

Presenta le seguenti caratteristiche:

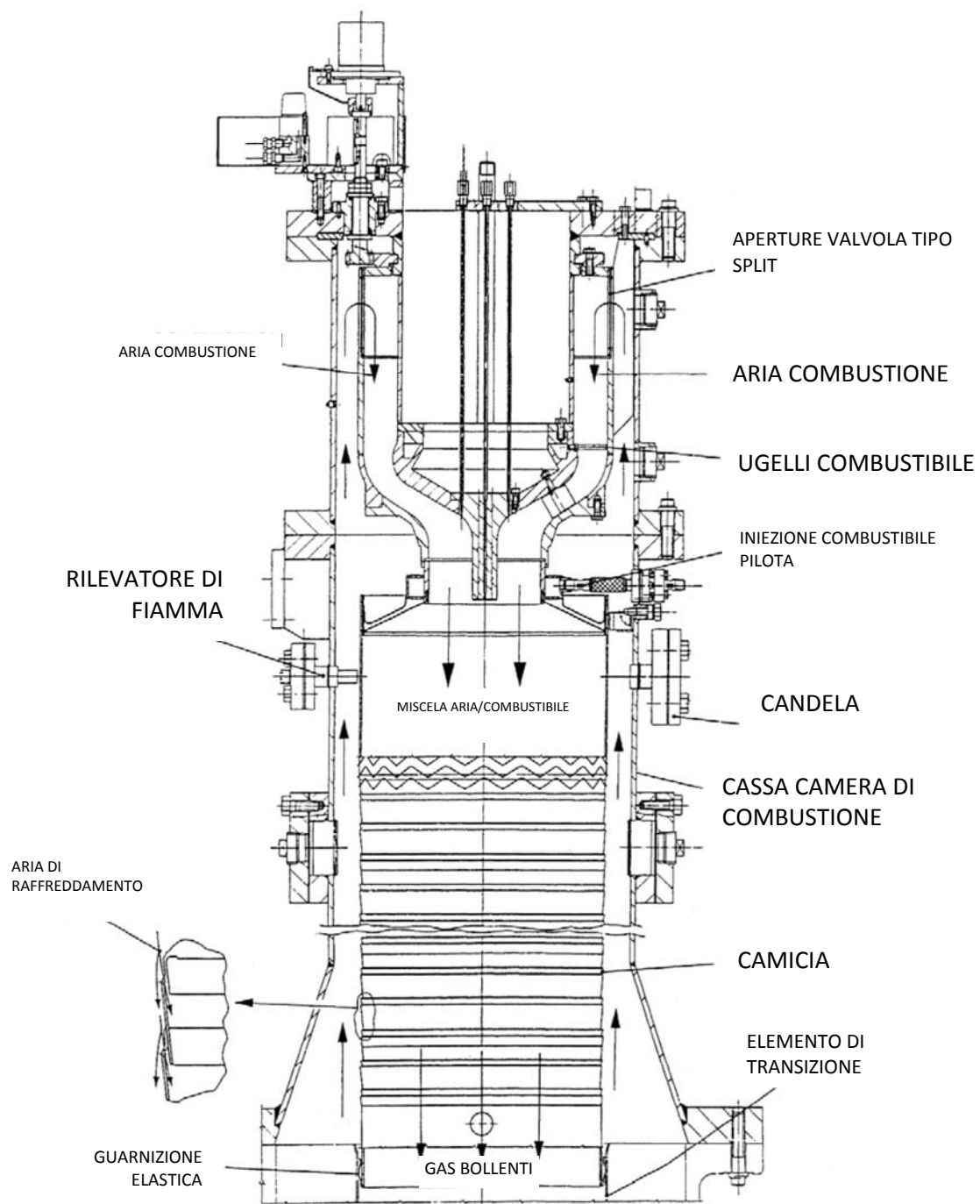
- la sua copertura, o calotta, viene raffreddata dall'impatto dei getti;
- la sua parte superiore viene raffreddata per convezione esterna, accentuata da fili metallici che aumentano la turbolenza;
- tali "promotori di turbolenza" sono costituiti da ferro a V HASTELLOY X e sono brasati alle pareti esterne della camicia;
- la sezione inferiore viene raffreddata per mezzo di uno strato di aria (raffreddamento a film);
- l'iniezione di combustibile pilota viene eseguita vicino alla flangia, con l'utilizzo di 64 piccoli fori alimentati da un collettore esterno saldato alla flangia stessa.



**Figura 8 - Sistema combustione: Testata**



**Figura 9 - Sistema combustione: Camicia**



**Figura 10 - Sistema combustione - Copertura esterna**

## 4.2 SISTEMA DI CONTROLLO A SECCO BASSE EMISSIONI NO<sub>x</sub>

La funzione principale del sistema di controllo a secco con bassa emissione di fumi tossici (NO<sub>x</sub>) è quella di controllare la portata dell'aria di combustione e la portata del combustibile pilota in rapporto alla richiesta di combustibile del sistema di controllo turbina.

È probabile che si verifichino le seguenti opzioni

GAC	: portata aria combustione
GF	: portata combustibile
^	: aria stechiometrica in base al rapporto combustibile.
Set	: valore di controllo per il coefficiente di eccesso aria
GF3	: capacità combustibile pilota
f <sub>set</sub>	: valore di controllo combustibile pilota

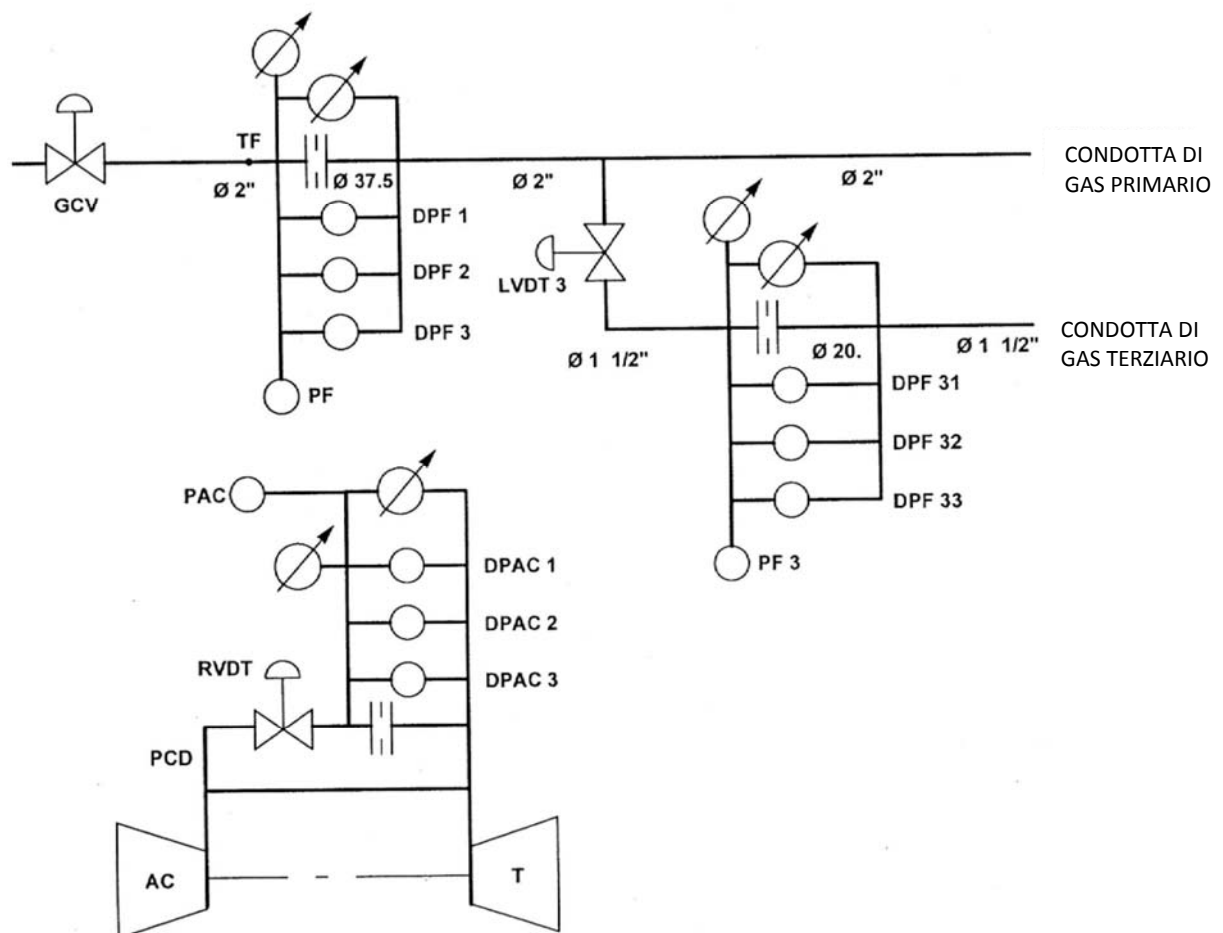
In condizioni stabili, il sistema presenta:  $GAC = GF \cdot \Delta \text{set}$

$$GF3 = f_{\text{set}} GF$$

Vengono prese regolarmente le seguenti misurazioni:

- portata di aria della combustione (GAC)
- portata gas combustibile (GF)
- posizione valvola dell'aria tipo split (RVDT)
- posizione valvola combustibile pilota (LVDT3)
- misurazioni aria combustione
- pressione di aspirazione (PAC)
- sensore pressione (convalidato in confronto con PCD)
- pressione differenziale (DPAC)
- 3 sensori pressione differenziale (convalidati in confronto reciproco)
- temperatura aria di aspirazione (TGAC)
- calcolata dalla temperatura di aspirazione e in condizioni di perturbazione del compressore assiale
- misurazione della portata del combustibile (eseguita con un diaframma standard)
- pressione lato superiore (PF)
- sensore di pressione (convalidato in confronto con PF3)
- pressione differenziale (DPF)
- 3 sensori pressione differenziale (convalidati in confronto reciproco)
- temperatura gas (TF)
- 1 termocoppia K
- misurazione della portata del combustibile pilota (eseguita con un diaframma standard)

- pressione lato superiore (PF3)
- 1 sensore di pressione (convalidato in confronto con PF)
- pressione differenziale
- 3 sensori pressione differenziale (convalidati in confronto reciproco)
- temperatura gas pari a TF



**Figura 11 - Strumentazione**

### 4.3 ELEMENTO DI TRANSIZIONE

La funzione dell'elemento di transizione è quella di dirigere i gas, che si sono formati durante la combustione, lungo le guide del primo stadio (vedere [Figura 12](#)).

È diviso in orizzontale in 2 sezioni e realizzato in superlega di nichel. La parte interna, a diretto contatto con il gas, è rivestita in ceramica.

Il suo profilo aerodinamico permette la minore deviazione termica possibile a cui possono essere soggette le guide in caso di distribuzione perimetrale difettosa del gas.

È sostenuto dalla cassa della turbina in modo che possa espandersi indipendentemente da essa. Le chiusure ermetiche sulle pareti interne ed esterne delle linee guida, sul primo stadio, formano una barriera dai gas che fuoriescono dall'area di contatto tra le guide e l'elemento di transizione del gas.



**Figura 12 - Elemento di transizione gas**

### 4.4 ACCENSIONE

L'accensione si effettua nella camera di combustione tramite accenditore (vedere [Figura 13](#)) che avvia la scintilla quando il combustibile inizia il percorso verso l'ugello.



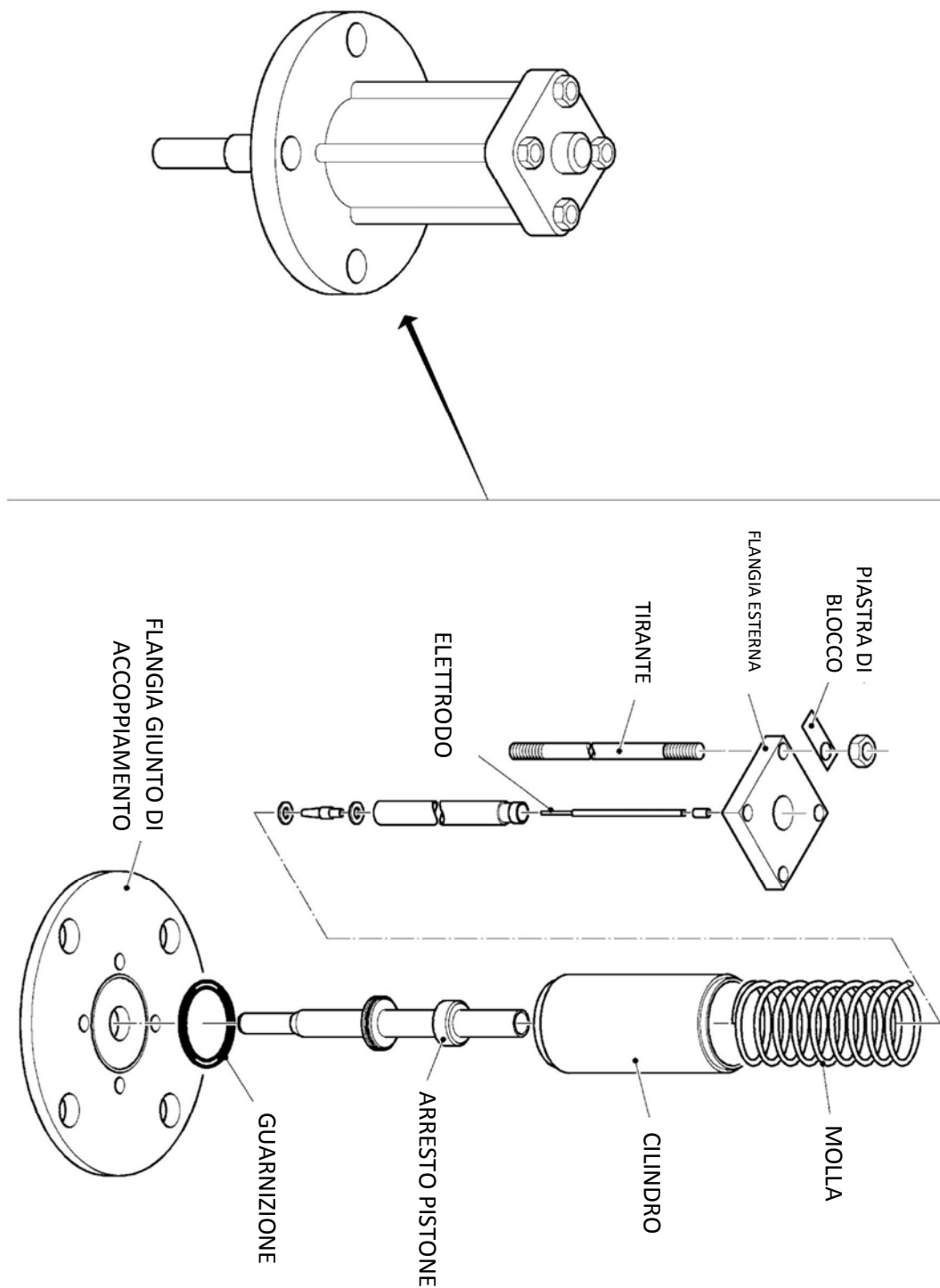
L'accenditore viene spinto nella camera di combustione da una molla che agisce sul pistone del cilindro. A seguito dell'accensione, la maggiore pressione nella camera di combustione (a causa dell'aumento della velocità del compressore assiale) esercita una forza sul pistone, maggiore della forza della molla.

Quale risultato, l'accenditore viene spinto al di fuori della camera di combustione dove non può essere danneggiato dalle alte temperature.

Quando la turbina a gas viene fermata, la pressione nella camera di combustione si riduce e l'accenditore viene spinto, tramite la molla, all'interno della camera, pronto per un nuovo azionamento.

#### **4.5 RILEVATORE DI FIAMMA**

Il rilevatore di fiamma blocca l'accenditore una volta accesa la fiamma e arresta la turbina in caso di perdita di fiamma.



**Figura 13 - Accenditore**

## **5 SEZIONE TURBINA**

### **5.1 CASSA TURBINA**

La cassa è realizzata tramite saldatura per fusione di ghisa nodulare e si compone di due parti divise in orizzontale. È flangiata sulla sezione anteriore con il carter del compressore e, sulla sezione posteriore, con la cassa di scarico della turbina.

Supporta la copertura esterna della camera di combustione in entrambe le direzioni (orizzontale e verticale).

### **5.2 PALE FISSE (UGELLO)**

L'ugello, posizionato sopra gli ugelli del rotore, presenta una serie di fori di larghezza costante, in grado di determinare le condizioni fisiche e aerodinamiche che dovrebbero presentare i gas prima di espandersi sulle pale del rotore.

Le pale fisse utilizzano questi fori per determinare le dimensioni del canale di flusso del gas all'interno della turbina.

#### **5.2.1 Ugello primo stadio**

I gas che fuoriescono dall'elemento di transizione entrano direttamente nelle pale che risultano più sollecitate termicamente rispetto alle turbine, in quanto il valore della temperatura massima del gas viene "rilevato" solo quando fuoriescono dall'elemento di transizione.

L'ugello è costituito da 24 gruppi di lamine, ciascuno delle quali è contenuto tra due strutture piane (interna ed esterna). Vedere la [Figura 14](#).

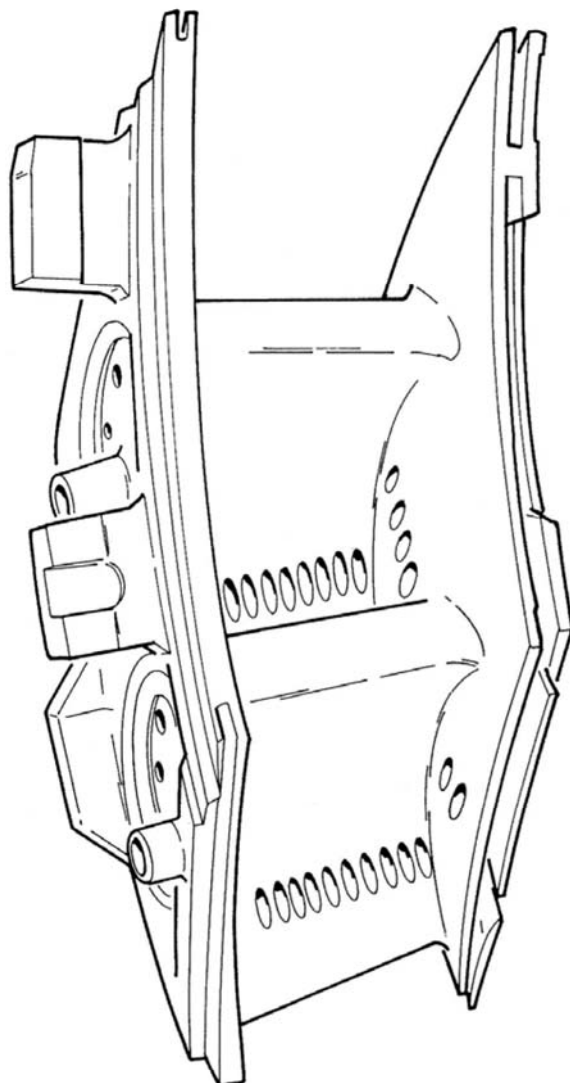
La coppia di lamine che formano il profilo aerodinamico e le strutture piane costituiscono una singola struttura monolitica ottenuta da microfusione in superlega di cobalto, resistente all'ossidazione a caldo.

In base al livello della temperatura sul posto di lavoro, la struttura piana inferiore e le lamine vengono raffreddate tramite un flusso di aria creata dal ritorno del compressore assiale.

La continuità perimetrale e l'area ermetica tra le sezioni sono determinate da una serie di pale, ciascuna fissata nella propria struttura piana.

La struttura piana esterna porta il dispositivo di blocco meccanico ad un anello diviso in due metà e alla cassa della turbina ad alta pressione.

Un altro anello interno, bloccato sulla cassa di scarico del compressore, insieme all'anello esterno, arrestano la spinta assiale dei gas che passano attraverso le lamine dell'ugello.

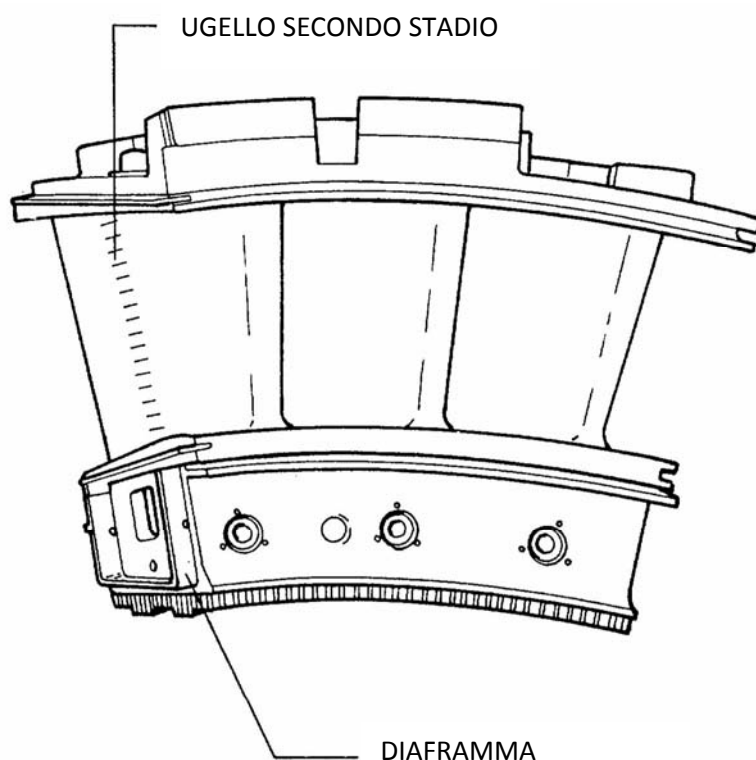


**Figura 14 - Ugello del primo stadio**

### 5.2.2 Ugello del secondo stadio

È composto da 8 sezioni da 3 lamine ciascuna ( [Figura 15](#)) e, come l'ugello del primo stadio, è realizzato in microfusione in superlega di cobalto.

È sostenuto solo sulla sua circonferenza esterna da un anello saldato, posto sulla cassa della turbina. All'interno, presenta sezioni degli anelli del diaframma sui quali sono montate le lame. Queste lame compongono la sezione statica dell'area a tenuta di gas sulle pale del primo e del secondo stadio.

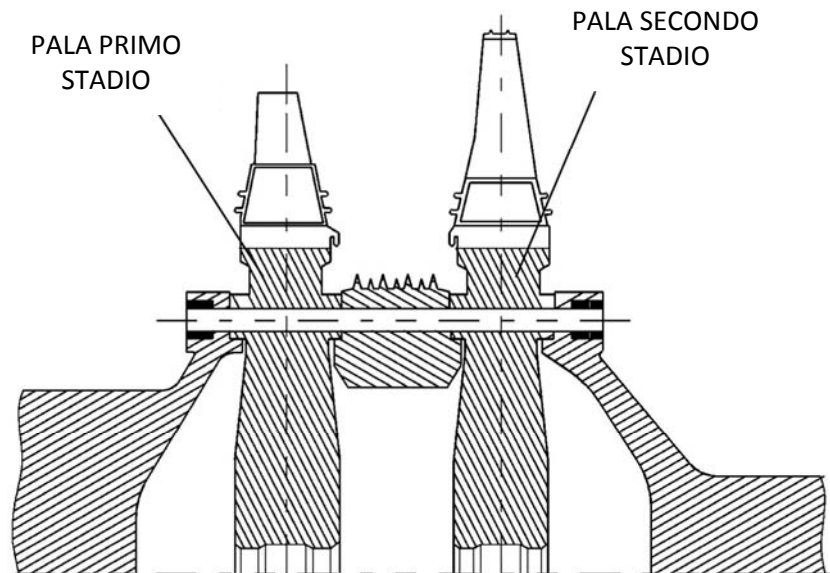


**Figura 15 - Ugello del secondo stadio e diaframma**

### 5.3 PALE E DISCHI TURBINA (PRIMO E SECONDO STADIO)

L'energia richiesta per la compressione dell'aria di aspirazione è ottenuta tramite l'espansione dei gas che fuoriescono dalla camera di combustione sui tre stadi delle pale della turbina (60 pale per stadio) che, come i dischi e i rispettivi distanziatori, sono montati sul rotore e fissati con una serie di tiranti ( [Figura 16](#)).

I materiali utilizzati sono le superleghe di nichel con diverse caratteristiche tecniche e tecnologiche, a seconda del fatto che si tratta di dischi o distanziatori, ottenuti per pressatura a caldo, o pale, realizzate in microfusione.



**Figura 16 - Pale turbina**

## **5.4 CASSA DI SCARICO**

A differenza di altre sezioni, la cassa di scarico è realizzata in ferro, con una sezione in lamiera saldata e calandrata e una sezione formata.

### **5.4.1 Sezioni principali della struttura della cassa di scarico**

È importante menzionare i seguenti elementi principali:

- corpi principali concentrici (esterni ed interni), fissati sulla linea mediana orizzontale e concatenati saldamente da 6 cordoni di saldatura lungo la circonferenza (raggi). Questi formano la struttura di supporto dell'involucro;
- diffusore interno realizzato in lamiera di acciaio al carbonio, divisa in 2 sezioni;
- il diffusore esterno, realizzato in lamiera di acciaio al carbonio, divisa orizzontalmente in 2 sezioni e fissata sul diffusore interno.

### 5.4.2 Architettura cassa di scarico

Dopo l'espansione attraverso l'ultimo stadio della turbina, i gas di scarico vengono "diretti" verso la camera di scarico, dopo aver superato i 2 diffusori della cassa (interno ed esterno).

Considerando il fatto che la temperatura del gas è ancora molto alta a questo punto, i diffusori devono agire da schermi termici per proteggere la struttura di supporto della cassa.

Per questa ragione, il diffusore interno è termicamente isolato e progettato per "fiancheggiare" i sei cordoni (raggi) proteggendoli dal diretto contatto con i gas di scarico. I cordoni vengono raffreddati anche con la circolazione di aria "fredda", presa parzialmente dal compressore assiale e parzialmente dall'esterno. L'aria viene quindi portata esternamente alla cassa da tappi installati sul coperchio del diffusore esterno.

La bullonatura di ciascuna flangia è accessibile da due sportelli, collocati esattamente l'uno di fronte all'altro sul diffusore interno. È quindi possibile far scorrere la cassa in orizzontale.

Da un punto di vista strutturale, la sezione interna del diffusore è sostenuta da flange della linea mediana della cassa esterna. Viene anche spostata in avanti e indietro sulla cassa interna allo scopo di ottenere una dilatazione termica adeguata.

Il diffusore esterno poggia su quattro punti della cassa interna.

La sezione del diffusore rivolta verso l'interno della cassa è isolata termicamente come la sezione della cassa esterna, posizionata all'interno della camera di scarico.

## 6 CUSCINETTI

La turbina bialbero PGT5 ha 2 cuscinetti chiamati convenzionalmente N°1 e N°2, collocati in quest'ordine guardando alla macchina dal punto di vista del flusso.

Il cuscinetto n° 1 agisce sia da cuscinetto portante sia da cuscinetto di spinta (è un'unità fatta da una sezione portante e una sezione di spinta) mentre il cuscinetto n° 2 è solo un cuscinetto portante.

La struttura della turbina è progettata in linea con lo studio dinamico del comportamento dell'unità corpo del rotore e la scelta dei cuscinetti portanti e di spinta.

### 6.1 CUSCINETTO PORTANTE

Il cuscinetto portante utilizzato è di tipo a lubrificazione diretta.

Questo garantisce la massima stabilità dinamica specialmente in presenza di cariche statiche moderate. In riferimento ai dettagli indicati nella [Figura 17](#), il cuscinetto è composto da:

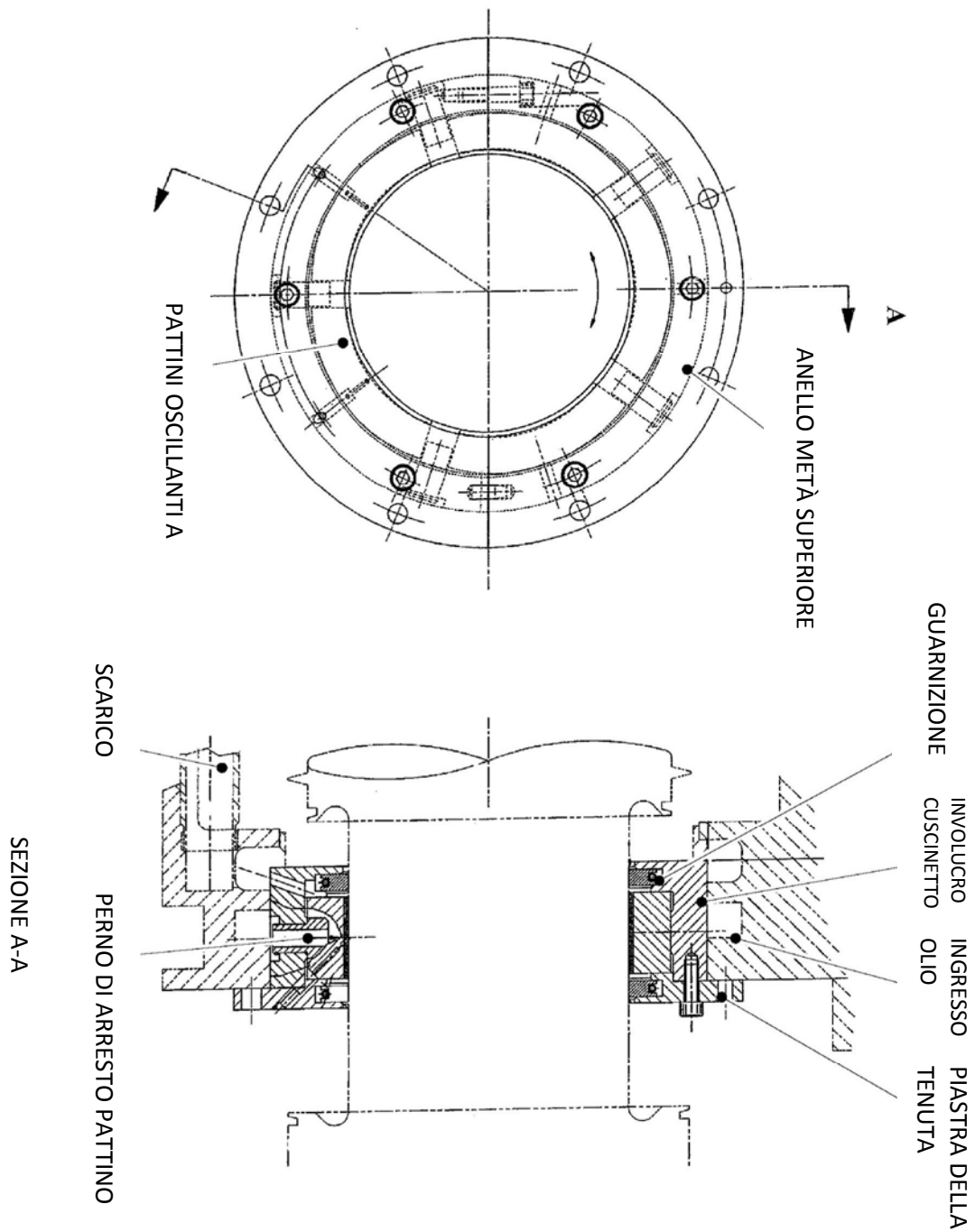
- un dispositivo esterno diviso in 2 sezioni, situate nell'alloggiamento di supporto del cuscinetto;
- una serie di pattini oscillanti radiali (in genere 5) tenuti in posizione sulla circonferenza dell'ingranaggio esterno tramite bulloni di bloccaggio e, trasversalmente, da flange a doppia estremità.

### **6.1.1 Lubrificazione cuscinetto portante**

Il lubrificante entra nella cavità anulare del meccanismo di supporto, ad una pressione nominale di 1.2 bar, fluisce nella camera del cuscinetto attraverso i fori fatti nella coppiglia radiale di spinta, e fuoriesce dalla sezione anulare formata dai tratti compresi tra l'albero e le flange di estremità. I tratti che costituiscono il foro del sistema controllano la portata di olio che circola all'interno del cuscinetto.

In base alle dimensioni geometriche dell'albero/cuscinetto e delle relative corse, è possibile determinare lo spessore minimo della pellicola lubrificante tra l'albero e i pattini durante il funzionamento della macchina. Questo valore determinerà la portanza idrodinamica dei cuscinetti che, a sua volta, influenzerà il comportamento di flessione del rotore.





**Figura 17 - Cuscinetto portante – Sezione specifica**

## 6.2 CUSCINETTO DI SPINTA

I cuscinetti di spinta adottati per la turbina bialbero PGT5 sono di tipo a lubrificazione diretta e pattini oscillanti. Sono installati alle estremità del rotore e assorbono i carichi assiali reciproci causati dalla pressione dell'impianto aria/gas sulle pale del rotore (vedere [Figura 18](#)).

I carichi sostenuti dai cuscinetti, tramite il giunto di spinta dell'albero, possono cambiare direzione e valore in base alle condizioni di utilizzo della turbina.

È quindi necessario definire il valore e la direzione del carico assiale massimo. Il lato del cuscinetto che sostiene il massimo carico è chiamato "lato attivo", e si distingue per pattini più larghi. Pressioni minori sono assorbite dal lato non attivo, nella direzione opposta all'altro, contraddistinto da pattini più piccoli.

In riferimento ai dettagli indicati sulla [Figura 18](#) il cuscinetto di spinta include:

- un dispositivo di tenuta pattini diviso in 2 sezioni, situate nel relativo alloggiamento;
- una serie di pattini oscillanti radiali tenuti in posizione trasversalmente e sulla circonferenza da denti attraverso i quali viene inserito l'olio all'interno dell'area di contatto di spinta/pattino.

### 6.2.1 Lubrificazione cuscinetto di spinta

I cuscinetti di spinta a lubrificazione diretta hanno il vantaggio di ridurre sensibilmente la dissipazione di potenza in confronto a pattini a bagno d'olio.

L'olio viene inserito tramite i denti e, con l'aiuto di ugelli, raggiunge la spinta. Vedere "dettaglio 1" [Figura 18](#).

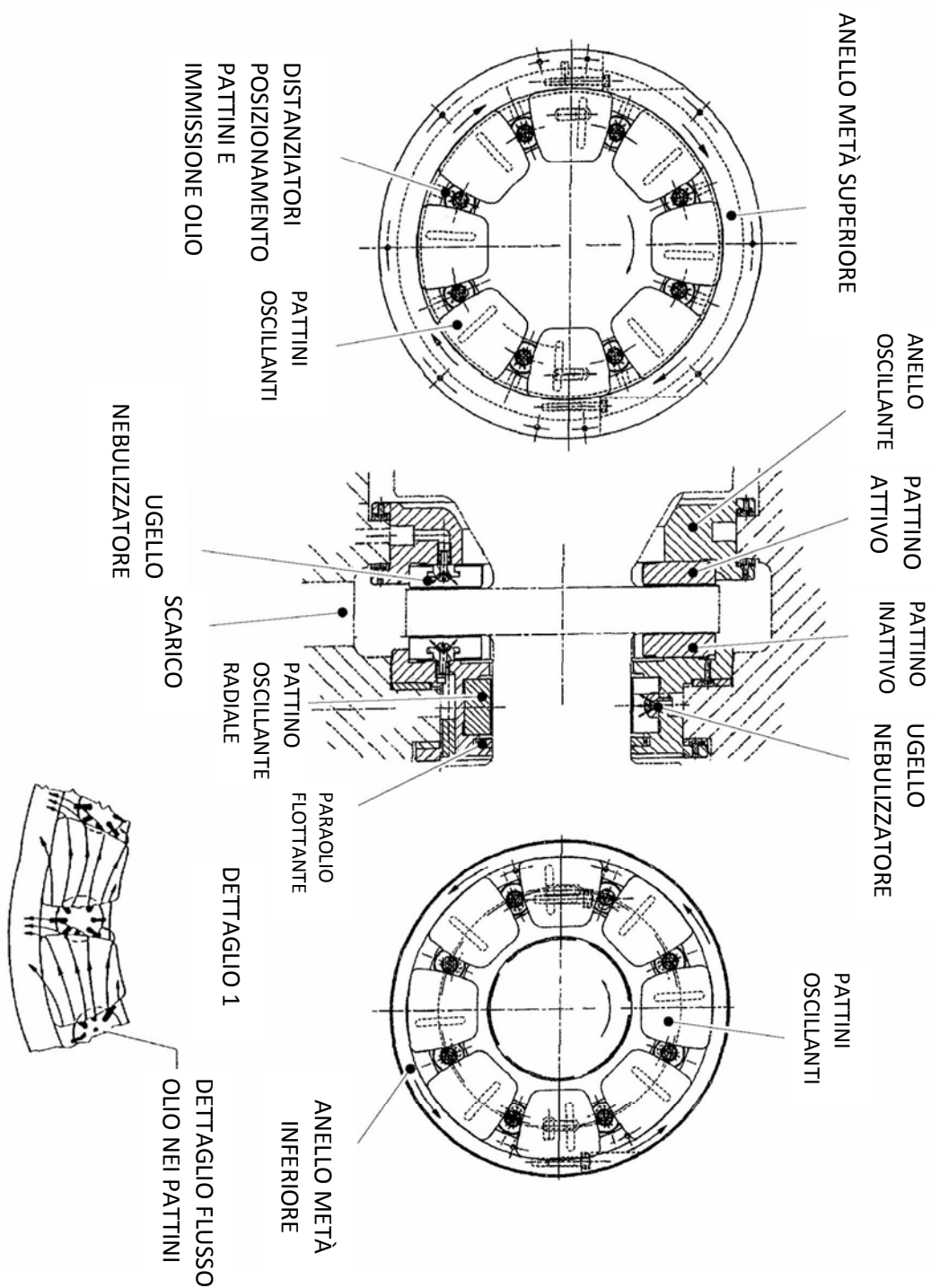
Getti di olio ad alta velocità "puliscono" la superficie della spinta, rimuovendo l'olio caldo dal pattino e sostituendolo con olio più freddo.

Per ridurre le perdite, è necessario ridurre il contatto tra olio e superfici in movimento, producendo così uno spurgo sufficientemente alto.

L'uso di un sistema di lubrificazione diretta non è solo positivo per ridurre la potenza assorbita ma riduce anche la temperatura di superficie del pattino e aumenta l'ampiezza della pellicola lubrificante.

Questi due elementi producono un margine più alto di sicurezza contro qualsiasi danno accidentale.

In alcuni casi è possibile ridurre e ottimizzare le dimensioni del cuscinetto di spinta in base al carico assorbito, un grande vantaggio in termini sia di costi sia di dimensioni.



**Figura 18 - Cuscinetto di spinta**

## 7 INSTALLAZIONE NODO DI MESSA A TERRA

### 7.1 REQUISITI GENERALI

Tutti gli impianti devono essere dotati di collegamento a terra.

L'impianto di messa a terra deve essere progettato, installato e collaudato in base ai requisiti del documento e all'ultima edizione dei seguenti Codici:

- **CE.L:** Comitato Elettrotecnico Italiano;
- **CENELEC:** European Standards;
- **IEC:** International electrotechnical Com

L'intera piastra di base di scorrimento, essendo di costruzione metallica, è considerata collettore principale di terra. Tutti gli strumenti e le apparecchiature elettriche dovranno essere collegati a questo collettore attraverso conduttori adeguati, opportunamente calibrati e barre collettrici di terra. Due formaggelle di messa a terra saranno previste ai bordi della piastra di base, in una posizione diagonalmente opposta, per il collegamento alla griglia principale a massa esterna.

- Prima di eseguire i collegamenti, le superfici di contatto dovranno essere pulite adeguatamente e, se necessario, dovrà essere applicato uno strato di Vasellina.
- Il conduttore sarà realizzato in rame con isolamento con PVC giallo/verde, se non altrimenti stabilito nel foglio dati.
- La continuità elettrica di strutture o tra due masse è garantita quando la resistenza misurata tra due punti è inferiore a 100 m $\Omega$  (0,1  $\Omega$ ). Dovrà essere effettuata una verifica con una prova strumentale iniettando corrente ad almeno 10 A a 50/60 Hz da una sorgente PELV. Se la tensione misurata tra il terminale PE e i punti specifici, che sono parte del circuito equipotenziale di protezione, non supera il valore di 1V, la resistenza è di 100 m $\Omega$ .
- Il collegamento di due o più fili allo stesso punto di connessione del terminale non è ammesso; dovrà essere utilizzato un idoneo collettore di terra per la connessione di più di un conduttore.
- La saldatura alle strutture dovrà essere evitata il più possibile e l'eventuale saldatura dovrà essere protetta con verniciatura adeguata.

## 7.2 REQUISITI DETTAGLIATI

Il conduttore di protezione dovrà collegare le masse al collettore di terra principale in modo che esista lo stesso potenziale tra di esse.

La sezione trasversale da utilizzare per il conduttore di protezione non dovrà essere inferiore al valore indicato nella tabella che segue:

CONDUTTORE DI FASE	CONDUTTORE DI PROTEZIONE
Sezione (mm <sup>2</sup> )	Sezione (mm <sup>2</sup> )
1,5	1,5
2,5	2,5
4	4
6	6
10	10
16	16
25	25
35	25
50	25
70	25

Se il conduttore di protezione non è parte dello stesso cavo o condotto, dovranno essere considerati i seguenti limiti:

- nel caso in cui sia prevista una protezione contro i danni meccanici (installazione su passerella, guaina flessibile ecc.), la sezione minima da utilizzare per il conduttore di protezione è 2,5 mm<sup>2</sup>;
  - nel caso in cui sia prevista una protezione contro i danni meccanici, la sezione da utilizzare per il conduttore di protezione è 4 mm<sup>2</sup>.
- a. Impianto di messa a terra per la recinzione:
- la struttura portante degli armadi di comando o delle recinzioni (o recinzione insonorizzante ecc.), realizzati in profilati metallici, dovrà essere connessa attraverso il conduttore di protezione, all'interno della piastra di base di allestimento macchina, in due punti, con conduttori di massa che presentano una sezione trasversale di 16mm<sup>2</sup>;
  - se il Produttore delle recinzioni non garantirà la continuità elettrica della struttura metallica, tutte le sezioni di metallo, separate da giunti isolati e non connessi da bulloni, viti ecc., saranno connesse al telaio utilizzando conduttori di massa con una sezione trasversale di 16mm<sup>2</sup>. Lo stesso tipo di conduttori di massa dovrà essere utilizzato per la messa a terra fornendo accesso all'interno della recinzione degli allestimenti macchina.
- b. Impianto di messa a terra per passerelle:

le passerelle dovranno essere messe a terra ad una estremità, attraverso un conduttore di protezione che presenti una sezione di 6 mm<sup>2</sup>.

#### **NOTA**



..... Il produttore delle passerelle dovrà fornire prova di continuità di terra tra i diversi componenti della passerella; sarà necessaria una certificazione di collaudo rilasciata da un laboratorio autorizzato.

- c. Collegamenti a terra di scatola di giunzione e di derivazione:  
le scatole di giunzione (JB) o di derivazione (PB) o le cassette di terminazione dovranno essere messe a terra attraverso conduttori che presentino una sezione trasversale di 6 mm<sup>2</sup>.
- d. Collegamenti a terra pressacavi:
- i pressacavi metallici, installati su JB, PB o TB, realizzati in fibra di vetro o poliestere, dovranno essere messi a terra nel loro interno su piastra di terra. La messa a terra dovrà essere fatta attraverso conduttori che presentino una sezione trasversale di 2,5 mm<sup>2</sup>;
  - sul pressacavo di metallo, installato su JB, PB o TB di metallo, attraverso madrevite o controdado e rondella a stella, per garantire una continuità elettrica, sarà necessario applicare una pasta conduttiva. In questo caso, non sarà prevista una connessione con conduttore di massa.
- e. Impianto di messa a terra per strumentazione:  
tutte le scatole metalliche della strumentazione dovranno essere connesse all'impianto di messa a terra utilizzando conduttori di terra che presentino una sezione trasversale di 6mm<sup>2</sup>.

#### **NOTA**



In mancanza di presa di terra sulla strumentazione, uno dei bulloni utilizzati per il fissaggio dovrà essere utilizzato per questo scopo, a condizione che questo fornisca una continuità elettrica con le scatole.

- f. Impianto di messa a terra per impianti di illuminazione:  
gli impianti di illuminazione e i dispositivi accessori, installati sulla recinzione, dovranno essere collegati attraverso conduttori di protezione che presentino la stessa sezione trasversale dei conduttori attivi (la fase), che non dovrà essere inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup>.

### **7.3 REQUISITI MANUTENZIONE**

Prima dell'inizio di tutte le operazioni di manutenzione, è necessario scollegare l'alimentazione elettrica che alimenta i dispositivi e garantire che l'alimentazione sia scollegata per tutte le operazioni di manutenzione.

Sarà necessario verificare che le parti in tensione dell'impianto siano connesse con efficacia al circuito di protezione.

Dovrà essere eseguita una misurazione per verificare che tutte le parti in tensione siano equipotenziali rispetto alla terra.

Inoltre, è necessario rispettare le seguenti indicazioni:

**ATTENZIONE**

DURANTE LE OPERAZIONI DI MANUTENZIONE, NON STACCARE IL COLLEGAMENTO A MASSA.

**ATTENZIONE**

DURANTE L'OPERAZIONE DI SMONTAGGIO RELATIVA ALLA MANUTENZIONE, IL DISTACCO DEL COLLEGAMENTO A MASSA DOVRÀ ESSERE L'ULTIMA FASE DELLA PROCEDURA.

**ATTENZIONE**

AL TERMINE DELL'OPERAZIONE DI MANUTENZIONE, CONTROLLARE CHE L'INTERA CONNESSIONE DELLE LINEE A MASSA SIA EQUIPOTENZIALE AL CIRCUITO DI PROTEZIONE.

## **8 GIUNTI**

### **8.1 INFORMAZIONI GENERALI**

Le funzioni di base dei giunti di accoppiamento flessibile, utilizzati su questa turbina devono:

- a. collegare due alberi rotanti per trasmettere la coppia da uno all'altro,
- b. compensare per tutti e tre i tipi di disallineamento (parallelo, angolare e una combinazione di entrambi),
- c. compensare qualsiasi movimento assiale degli alberi in modo che nessuno eserciti una spinta eccessiva sull'altro.

Il disallineamento parallelo si presenta quando i due alberi collegati sono paralleli ma non si trovano sulla stessa linea retta. Il disallineamento angolare si presenta quando due alberi sono sulla stessa linea retta ma i rispettivi assi non sono paralleli. Il disallineamento combinato si presenta quando gli alberi non sono paralleli né si trovano sulla stessa linea retta. Il movimento assiale si verifica quando uno o entrambi gli alberi vengono spostati lungo i rispettivi assi.

Sulla turbina sono utilizzati due accoppiamenti:

- a. uno collega l'ingranaggio conduttore ausiliario con l'albero della turbina, e
- b. l'altro collega l'albero della turbina all'apparecchiatura di carico.

### **8.2 DISPOSITIVO DI ACCOPPIAMENTO AUSILIARIO A LUBRIFICAZIONE CONTINUA**

L'accoppiamento è un dispositivo ad ingranaggi flessibili e lubrificazione continua. Utilizza un mozzo a denti maschio inserito in ciascuna estremità del distanziale. I denti maschio si adattano ai denti femmina di un manicotto a ciascuna estremità, per trasmettere la coppia. I denti maschio sono a corona e possono scorrere avanti e indietro all'interno del manicotto scanalato. Questo permette i tre tipi di disallineamento. Il manicotto, sull'estremità dell'ingranaggio ausiliario è bullonato ad una flangia (mozzo) che è stata accoppiata a caldo e calettata all'albero dell'ingranaggio ausiliario. Il manicotto, all'estremità della turbina, è bullonato direttamente al rotore della turbina.

### **8.3 ACCOPPIAMENTO CARICO A LUBRIFICAZIONE CONTINUA**

Il profilo di questo accoppiamento è simile a quello dell'accoppiamento tra il dispositivo ausiliario e il rotore della turbina, fatta eccezione per il fatto che i denti maschi sono sagomati nel distanziale e i manicotti sono bullonati direttamente alla turbina e alle flange dell'albero dell'apparecchiatura di carico.

### **8.4 ACCOPPIAMENTO DEL CARICO SENZA LUBRIFICAZIONE (QUALE ALTERNATIVA AD ACCOPPIAMENTO CARICO A LUBRIFICAZIONE CONTINUA)**

L'accoppiamento senza lubrificazione consiste di diaframma flessibile, alberi adattatore e albero motore. L'albero dell'adattatore, accoppiato alle estremità dell'albero centrale, include le flange che interfacciano verso il compressore di carico e l'albero del rotore della turbina di carico e fornisce anche supporto per i diaframmi flessibili.



Le sezioni del diaframma forniscono la flessibilità per compensare il disallineamento nominale tra l'apparecchiatura di carico e il rotore della turbina di carico e permettono il movimento assiale della turbina, relativamente all'apparecchiatura di carico.

## 8.5 LUBRIFICAZIONE

Ogniqualvolta sono utilizzati gli accoppiamenti flessibili ad ingranaggi, la lubrificazione risulta il principale fattore per la loro lunga durata. Nell'accoppiamento di tipo a lubrificazione continua, l'olio lubrificante dalla testa del cuscinetto della turbina viene scaricato nella dentatura dell'accoppiamento attraverso gli ugelli. L'olio viene quindi catturato dalle protezioni del giunto e ritorna al serbatoio del lubrificante, nella base della turbina.

I giunti di accoppiamento possono essere smontati, puliti e controllati. Se le cartucce del filtro non vengono sostituite ad intervalli regolari, un accumulo di depositi può formarsi sulla dentatura di accoppiamento e limitare l'azione di accoppiamento. Questa condizione è il risultato di particelle che vengono centrifugate dall'olio e sulla dentatura di accoppiamento.

## 8.6 USURA DENTATURA

Durante il funzionamento iniziale dei giunti di accoppiamento ad ingranaggi, le imperfezioni di grado minore saranno appianate e le superfici di lavoro assumeranno un aspetto pulito. In condizioni normali, a funzionamento continuo, il tasso di usura sarà minore.

Il modello di usura della dentatura può fornire una segnalazione sulla necessità di eseguire la manutenzione. Un modello di usura ampiamente anomalo in direzione assiale risulta indicativo di un disallineamento eccessivo. Maggiore è il disallineamento, maggiore è il tasso di usura in quanto il numero di denti a contatto si riduce con l'aumento dell'angolarità.

L'usura per abrasione, caratterizzata da piccole linee o segni simili a graffi sulla superficie della dentatura, indica che l'impianto lubrificante non è pulito e che l'olio trasporta particelle nella dentatura dell'accoppiamento. L'usura per corrosione è indicativa della contaminazione del lubrificante o di additivi altamente attivi. La fatica superficiale, caratterizzata dalla rimozione del metallo e dalla formazione di cavità, può indicare oscillazioni torsionali nel sistema accoppiato.

### **ATTENZIONE**



REQUISITI GENERALI SULLA SICUREZZA E SPECIFICI DPI: GUANTI DA LAVORO, SCARPE DI SICUREZZA, ELMETTO DI SICUREZZA, CUFFIE ANTIRUMORE/TAPPI AURICOLARI E ALTRI DPI DA FORNIRE SUL POSTO.

### **ATTENZIONE**



LA SOSTITUZIONE DEL GIUNTO DI ACCOPPIAMENTO DEVE ESSERE ESEGUITA IN CONFORMITÀ CON LE DIRETTIVE FORNITE DAL RAPPRESENTANTE PER LA MANUTENZIONE NUOVO PIGNONE.

**AVVERTENZA**

PER LE PROCEDURE DETTAGLIATE SULLA MANUTENZIONE DELLE PROTEZIONI DEL GIUNTO,  
FARE RIFERIMENTO AL MANUALE DEL FORNITORE DEL DINAMOMETRO DI TORSIONE.

## 9 INTRODUZIONE ALLA MANUTENZIONE

### ATTENZIONE



IL PERSONALE ADDETTO ALLE OPERAZIONI DI INSTALLAZIONE, FUNZIONAMENTO E MANUTENZIONE DEI PRODOTTI NUOVO PIGNONE DOVRÀ AVERE LE NECESSARIE QUALIFICHE TECNICHE E LA FORMAZIONE TECNICA IDONEA PER IL COMPITO DA ADEMPIERE.

TALI QUALIFICHE TECNICHE DOVRANNO ESSERE CONFORMI CON LE CLASSIFICAZIONI INTERNAZIONALI TIPO DELLE PROFESSIONI, GRUPPI 9-61 E 9-69.

QUALSIASI DANNO, ANCHE PARZIALE, RICONDUCIBILE AL MANCATO RISPETTO DELLE SUDDETTE QUALIFICHE ESSENZIALI, SARÀ IMPUTABILE ALL'ACQUIRENTE E NUOVO PIGNONE SARÀ ESONERATO DA QUALSIVOGLIA RESPONSABILITÀ E RISARCIMENTO DERIVANTE.

Tali istruzioni sono fornite a titolo di guida per la definizione di una procedura di pianificazione dell'ispezione e di pianificazione.

Esse si riferiscono anche alle procedure di montaggio e smontaggio che indicano le fasi essenziali nella manutenzione dei componenti della macchina.

Le istruzioni sono scritte ipotizzando che il personale che esegue la manutenzione abbia familiarità con questo tipo di lavoro; di conseguenza, le informazioni fornite comprendono solo i concetti essenziali.

### NOTA

OGNI VOLTA CHE SI ESEGUE LA MANUTENZIONE, È NECESSARIO TENERE UN REGISTRO PER CIASCUNA MACCHINA NEL QUALE INDICARE LE RAGIONI PER LA MANUTENZIONE, IL LAVORO ESEGUITO, IL NUMERO DI ORE DOPO LE QUALI SI È RESA NECESSARIA LA MANUTENZIONE OLTRE



A QUALSIASI ISPEZIONE ESEGUITA SULLA MACCHINA, IN TALE OCCASIONE.

TALI INFORMAZIONI COSTITUIRANNO MATERIALE INFORMATIVO SULLA PRESTAZIONE DELLA MACCHINA E SARANNO DI AIUTO NELLA MESSA A PUNTO DEL PROGRAMMA PIÙ ADEGUATO PER LA MANUTENZIONE CHE CORRISPONDA O MENO ALLE RACCOMANDAZIONI.

## **10 FUNZIONAMENTO STANDARD**

### **10.1 RESPONSABILITÀ OPERATORE**

L'operatore non deve avviare l'unità per la prima volta prima di aver soddisfatto le seguenti condizioni:

- tutti i controlli descritti nella seguente sezione "CONTROLLI PRIMA DEL FUNZIONAMENTO" sono stati eseguiti;
- tutte le sequenze e i controlli macchina in "Condizioni a secco" sono stati eseguiti;
- l'operatore è tenuto ad operare in base alle "Precauzioni operative generali" descritte successivamente;

### **10.2 CONTROLLI PRIMA DELLA MESSA IN FUNZIONE**

Quelli che seguono sono i controlli principali da eseguire prima dell'avvio di un impianto turbina nuovo o appena revisionato. Si suppone che la turbina a gas sia stata allestita con tutti i componenti allineati e che l'impianto, come assieme, sia stato correttamente installato nella stazione.

- Assicurarsi che le tubazioni e i condotti per l'aria e il gas siano puliti e privi di particelle estranee e che tutte le connessioni siano fissate con sicurezza.
- Accertarsi che l'impianto lubrificante sia stato correttamente spurgato e che i filtri dell'olio siano stati controllati e puliti adeguatamente.
- Verificare che il serbatoio del lubrificante sia stato riempito con olio raccomandato SOM 17366/A
- Controllare il funzionamento dell'impianto di raffreddamento e della pompa di emergenza dell'olio lubrificante.
- Con l'utilizzo di adeguati portelli di ispezione, verificare visivamente che l'olio stia fluendo effettivamente dagli scarichi dei cuscinetti. In caso contrario, non avviare la turbina.

Una volta eseguita questa ispezione con risultati soddisfacenti, non sarà necessario controllare nuovamente a meno che l'impianto o le tubazioni siano state smontati.

- Controllare la condizione di tutte le termocoppie sul misuratore della temperatura. I valori letti devono essere vicini alla temperatura ambiente (quando la turbina è fredda).
- Accertarsi che tutti i punti che richiedono la lubrificazione manuale funzionino correttamente.
- Accertarsi che il raffreddamento ad acqua, se utilizzato, sia stato adeguatamente pulito e riempito con il corretto refrigerante. Ruggine estremamente sottile che potrebbe formarsi nella tubazione, durante una breve esposizione all'atmosfera, potrebbe essere tollerata.

In caso di presenza di scaglie di ruggine, è necessario pulire l'impianto di raffreddamento ad acqua. Per facilitare la procedura di pulizia è possibile utilizzare un detergente chimico. La maggior parte dei detergenti per gli impianti di raffreddamento ad acqua per autovetture funzionano bene e non danneggiano le parti in gomma e in carbonio delle guarnizioni meccaniche sulle pompe o le parti in gomma della tubazione.

Se viene utilizzata l'acqua come refrigerante, deve essere del tipo raccomandato nel manuale di manutenzione e contenere agente anticorrosivo, come consigliato nel manuale.

### 10.3 CONTROLLI DURANTE IL FUNZIONAMENTO INIZIALE

I controlli più importanti da eseguire su una turbina nuova o appena revisionata sono i seguenti:

#### Avviamento

- Rumori di sfregamento.
- Controlli temperatura olio lubrificante negli scarichi dei cuscinetti. È ammesso un aumento di 23°C sulla temperatura di aspirazione dell'olio lubrificante ma l'aumento non deve mai superare questo valore.

Con un rilevatore di fascio di luce o altro rilevatore vibrazione, controllare che non sia presente alcuna vibrazione.

#### Fine sequenza

- Continuare ad eseguire i controlli per vibrazioni e rumori.
- Controllare che le indicazioni fornite dai rilevatori della temperatura siano corretti.
- Controllare il limitatore di velocità prima di collocare qualsiasi carico sull'impianto. Questo controllo viene effettuato portando l'impianto fino alla velocità di scatto indicata nelle Specifiche di prova.

#### Precauzione

Non superare la velocità di scatto di oltre 50 rpm, come indicato nelle Specifiche di prova.

#### Arresto

Dopo il periodo iniziale di funzionamento, arrestare l'impianto seguendo la normale procedura di arresto. Effettuare i controlli indicati nella guida di utilizzo GEK xxxxxx pubblicata da G.E.

### 10.4 MISURE PRECAUZIONALI OPERATIVE DI TIPO GENERALE

#### **ATTENZIONE**



GE DIGITAL CONTROL SYSTEMS FORNISCE AGLI UTENTI UN METODO DI IMPOSTAZIONE DELLO STATO, DI UNO SPECIFICO PUNTO LOGICO, INDIPENDENTEMENTE DA QUELLO CHE ESSO DOVREBBE ESSERE NELLA CONDIZIONE DI NORMALE FUNZIONAMENTO. VIENE CHIAMATA "FORZATURA" ED È UTILIZZATA PRINCIPALMENTE QUANDO L'UNITÀ' NON È IN LINEA PER LOCALIZZARE IL GUASTO PER UNA DATA CONDIZIONE O CALIBRARE UN DATO DISPOSITIVO. LA FORZATURA LOGICA DEVE ESSERE UTILIZZATA SOLO PER PROCEDURE DI LOCALIZZAZIONE GUASTI O VERIFICA SOFTWARE FUORI LINEA, CON L'UNITÀ SPENTA E IN COMBINAZIONE CON PROCEDURE DI SEZIONAMENTO E LUCCHETTAMENTO ADEGUATE. NON UTILIZZARE MAI LA FORZATURA PER SOSTITUIRE PROCEDURE DI SEZIONAMENTO/LUCCHETTAMENTO. IL PERSONALE DEL CLIENTE NON È AUTORIZZATO A FORZARE SEGNALI LOGICI PER AGGIRARE LE FUNZIONI DI PROTEZIONE E CONTROLLO. FORZARE LA LOGICA MENTRE L'UNITÀ È IN FUNZIONE COSTITUISCE UNA PROCEDURA ECCEZIONALE CHE DOVREBBE ESSERE UTILIZZATA ESCLUSIVAMENTE PER LOCALIZZARE I GUASTI E DOPO UN ESAME APPROFONDITO, PER GARANTIRE CHE TUTTO POSSA ESSERE FATTO IN SICUREZZA.

**Raffreddamento**

L'unità è provvista di controllo automatico che permette, all'arresto, di azionare la pompa ausiliaria di olio lubrificante, comandata da motore CA, che continua a funzionare per un periodo di 6 ore.

Se la corrente alternata non è disponibile, il motore CC, alimentato da batterie, si avvierà automaticamente con i seguenti cicli: 4 minuti di funzionamento e 4 minuti di arresto, con un tempo di utilizzo di 180 minuti e un tempo totale di 6 ore.

**Limiti di carico Limiti operativi****massimi**

Viene raggiunto il carico massimo della turbina, disponibile a basse temperature ambiente. Se la turbina è operativa oltre i limiti fissati, sarà necessaria una manutenzione più frequente.

**Limiti massimi temperatura (Turbina di potenza).**

- Olio lubrificante collettore di supporto:  
Termoresistenza allarme alta temperatura (vedere l'elenco della strumentazione nel volume dei disegni di riferimento).
- Gas di scarico:  
consultare la specifica di controllo
- Distanze ruota turbina:  
1° stadio B.P. anteriore 550°C;  
posteriore 520°C 2° stadio B.P. anteriore  
520°C; posteriore 500°C

Le termocoppie di scarico sono identificate dai rispettivi codici indicati sullo schema delle connessioni elettriche. La lettura della temperatura deve corrispondere alla media stazionaria delle due termocoppie e non dare origine a nessun dubbio: ad esempio, non deve essere inferiore alla temperatura di mandata del compressore assiale, ad eccezione dei bassi carichi.

Quando la temperatura è superiore ai valori indicati, indica un problema. Una temperatura alta della distanza può essere causata dai seguenti guasti:

- a. restrizione nei condotti dell'aria di raffreddamento;
- b. guarnizioni turbina usurate;
- c. distorsione eccessiva dello statore turbina;
- d. perdita nella tubazione esterna;
- e. malfunzionamento sistema di combustione.

## 11 ELENCO DI OLIO LUBRIFICANTE RACCOMANDATO

ELENCO DI OLIO LUBRIFICANTE RACCOMANDATO	
LINEE GUIDA SCELTA OLIO LUBRIFICANTE	<a href="#">ITN52220.01</a>
RACCOMANDAZIONI OLIO LUBRIFICANTE TURBO MACCHINARIO (Proprietà consigliate di olio	<a href="#">ITN52220.02</a>
RACCOMANDAZIONI OLIO LUBRIFICANTE TURBO MACCHINARIO (Olio raccomandato di idrocarburo sintetico/minerale)	<a href="#">ITN52220.03</a>
MARCHE OLIO LUBRIFICANTE CONFORMI ALLE SPECIFICHE OIL&GAS	<a href="#">ITN52220.04</a>

### **NOTA**



CONSIDERARE ESCLUSIVAMENTE LA SPECIFICA DELL'OLIO MINERALE NELL'AMBITO DELLA FORNITURA DI QUESTA COMMESSA.

## 12 CICLO DI VITA E IMPATTO AMBIENTALE

### 12.1 CICLO DI VITA

In conformità con i principi dello standard EN ISO 14000 e ISO EN 14040, in particolare, sulla Valutazione del ciclo di vita, GE Oil & Gas Nuovo Pignone, nella fase di pianificazione, dispone di una serie di procedure volte a facilitare il reimpiego e il riciclaggio dei materiali e dei componenti dell'Unità e dei suoi sistemi ausiliari e a ridurre l'impatto ambientale del prodotto in ciascuno dei suoi cicli di vita. Quando viene messa fuori servizio l'unità, effettuare le seguenti operazioni:

- ridurre al minimo i materiali da smaltire reimpiegandoli o riciclandoli (in conformità alle leggi locali in vigore). GE Oil & Gas Nuovo Pignone è specializzata nel recupero, ricondizionamento e reimpiego del macchinario;
- contattare il personale tecnico qualificato di GE Nuovo Pignone per le procedure di smontaggio;
- recuperare l'olio e gli altri liquidi dai serbatoi e smaltirli in base alle leggi locali vigenti.

### 12.2 IMPATTO AMBIENTALE

Durante il funzionamento, l'Unità produce gas di scarico e/o fumi che possono risultare tossici (come gli  $H_2S$ ). Il responsabile dovrebbe valutare l'impatto ambientale di tali emissioni e prendere misure idonee per ridurre al minimo tale impatto.

Nella fase di progettazione, Nuovo Pignone ha previsto per l'Unità dei dispositivi di limitazione di tali emissioni e per il loro riciclo (totale o parziale), direttamente all'interno dell'impianto.

Tali condizioni sono ottimizzate e garantite al momento dell'installazione da parte del personale tecnico di Nuovo Pignone. Una volta operativo e durante l'intera durata di impiego, è necessario mantenere le emissioni entro i livelli indicati dalle normative applicabili. Di conseguenza, l'utente è tenuto a rispettare le seguenti istruzioni:

- eseguire tutte le operazioni di manutenzione elencate nel programma fornito nella sezione del presente manuale, relativa alla manutenzione;
- non modificare le regolazioni effettuate dal Produttore all'installazione;
- rettificare prima possibile qualsiasi malfunzionamento che potrebbe causare un aumento nelle emissioni. Se necessario, fare riferimento al servizio di assistenza GE OIL & GAS Nuovo Pignone.

I rifiuti derivanti dalle operazioni di manutenzione devono essere conservati e trattati in conformità alla legge locale vigente in materia e riferendosi, come stabilito, alla scheda sicurezza del prodotto stesso (in merito, in particolare, all'olio lubrificante) per prevenire qualsiasi rischio per le persone e l'ambiente.



## 13 SISTEMI INTERNAZIONALI DI UNITÀ DI MISURA - TABELLE DI CONVERSIONE

Categoria	Per convertire da	a	moltiplicare per +
ACCELERAZIONE	Ft/secondo <sup>2</sup>	metro/secondo <sup>2</sup>	3,048 E-01
	In/secondo <sup>2</sup>	metro/secondo <sup>2</sup>	2,540 E-02
AREA	Ft <sup>2</sup>	metro <sup>2</sup>	9,290 E-02
	In <sup>2</sup>	metro <sup>2</sup>	6,452 E-04
COPPIA	Dyn cm	Newton per metro	1,000 E-07
	chilogrammo forza - metro	Newton per metro	9,807 E+00
	libbra-forza per pollice	Newton per metro	1,130 E-01
	libbra-forza per piede	Newton per metro	1,356 E+00
	oncia-forza per piede	Newton per metro	7,062 E-03
COPPIA/LUNGHEZZA	libbra-forza per	Newton m/m	5,338 E+01
	libbra-forza per	Newton m/m	4,448 E+00
ELETTRICITÀ e MAGNETISMO	Ah	coulomb	3,600 E+03
	faraday (chem)	coulomb	9,650 E+04
	gauss	tesla	1,000 E-04
	gilbert	amperspira	7,958 E-01
	maxwell	weber	1,000 E-08
	oersted	amp/metro	7,958 E+01
	polo unità	weber	1,257 E-07
ENERGIA (include il lavoro)	Btu*	joule	1,054 E+03
	piede libbra-forza	joule	1,356 E+00
	kilowattora	joule	3,600 E+06
	watt secondo	joule	1,000 E+00
	piede poundal	joule	4,214 E-02
FORZA	chilogrammo-forza	Newton	9,807 E+00
	oncia-forza	Newton	2,780 E-01
	libbra-forza	newton	4,448 E+00
	poundal	Newton	1,383 E-01
FORZA/LUNGHEZZA	libbra-forza/pollice	Newton/metro	1,751 E+02
	libbra-forza/piede	Newton/metro	1,459 E+01

Categoria	Per convertire da	a	moltiplicare per +
<b>CALORE</b>	Btu* in/secondo ft <sup>2</sup> °F	watt/metro K	5,189 E+02
	Btu* in/hr ft <sup>2</sup> °F	acqua/metro K	1,441 E-01
	Btu* /ft <sup>2</sup>	joule/metro <sup>2</sup>	1,135 E+04
	Btu* /hr ft <sup>2</sup> °F	joule/kg K	5,674 E-00
	Btu*/lbm °F	joule/kg K	4,184 E+03
	Btu* /secondo ft <sup>2</sup> °F	watt/metro <sup>2</sup> K	2,043 E+04
	cal/cm <sup>2</sup>	joule/metro <sup>2</sup>	4,184 E+04
	cal/cm <sup>2</sup> secondo	watt/metro <sup>2</sup>	4,184 E+04
	cal/cm secondo °C	watt/metro K	4,184 E+02
	cal*/g	joule/kg	4,184 E+03
	cal*/g °C	joule/kg K	4,184 E+03
<b>LUNGHEZZA</b>	piede	metro	3,048 E-01
	pollice	metro	2,540 E-02
	piede	millimetro (mm)	3,048 E÷02
	pollice	millimetro (mm)	25,40 E+00
<b>MASSA</b>	oncia-massa (av)	chilogrammo	2,835 E-02
	libbra-massa (av)	chilogrammo	4,536 E-01
	tonnellata (2000 lbm)	chilogrammo	9,072 E+02
<b>MASSA VOLUMICA (Include la densità)</b>	lbm/ft <sup>3</sup>	kilogrammo/metro <sup>3</sup>	1,602 E+01
	lbm/in <sup>3</sup>	kilogrammo/metro <sup>3</sup>	2,768 E+04
	oncia-massa (av)/in <sup>3</sup>	kilogrammo/metro <sup>3</sup>	1,730 E+03
	libbra-massa (av)/gal	kilogrammo/metro <sup>3</sup>	1,198 E+02
	g/cm <sup>3</sup>	kilogrammo/metro <sup>3</sup>	1,000 E+03
<b>POTENZA</b>	Btu*/secondo	watt	1,054 E+03
	Btu*/minuto	watt	1,757 E+01
	Btu*/ora	watt	2,929 E-01
	Cal*/secondo	watt	4,184 E+00
	Cal*/min	watt	6,973 E-02
	libbra forza piedi/ora	watt	3,766 E-04
	libbra forza piedi/minuto	watt	2,260 E-02
	libbra forza piedi/secondo	watt	1,356 E+00
	cv (elettrico)	watt	7,460 E+02

Categoria	Per convertire da	a	moltiplicare per +
<b>PRESSIONE (Forza/area)</b>	atm (760 Torr)	pascal	1,013 E+05
	bar	pascal	1,000 E+05
	dyn/cm <sup>2</sup>	pascal	1,000 E-01
	grammo (forza)/cm <sup>2</sup>	pascal	9,807 E+01
	pollici di Hg (60°F)	pascal	3,377 E+03
	pollici di acqua (60°F)	pascal	2,488 E+02
	libbra-forza/ft <sup>2</sup>	pascal	4,788 E+01
	lbf/ft <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	4,882 E+00
	lbf/in <sup>2</sup> (psi)	pascal	6,895 E+03
	lbf/in <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	7,037 E-02
	Torr (mm Hg, 0 C)	pascal	1,333 E+02
<b>TEMPERATURA</b>	gradi Celsius (°C)	gradi Kelvin (°K)	$T_K = t_C + 273.15$
	gradi Farenheit (°F)	gradi Celsius	$t_C = (t_F - 32)/1.8$
	gradi Celsius	gradi Farenheit	$t_F = (t_C \cdot 1.8) + 32$
<b>VELOCITÀ</b>	ft/ora	metro/secondo	8,467 E-05
	ft/min	metro/secondo	5,080 E-03
	ft/secondo	metro/secondo	3,048 E-01
	in/secondo	metro/secondo	2,540 E-02
<b>VISCOSITÀ</b>	ft <sup>2</sup> /secondo	metro <sup>2</sup> /secondo	9,290 E-02
	lbm/ft secondo	pascal-secondo	1,488 E+00
	lbf secondo/ft <sup>2</sup>	pascal-secondo	4,788 E+01
<b>VOLUME (include Capacità)</b>	ft <sup>3</sup>	metro <sup>3</sup>	2,832 E-02
	gallone (USA)	metro <sup>3</sup>	3,785 E-03
	pollice <sup>3</sup>	metro <sup>3</sup>	1,639 E-05
	litro	metro <sup>3</sup>	1,000 E-03
	oncia (fluida USA)	metro <sup>3</sup>	2,957 E-05
<b>VOLUME (include Capacità)</b>	ft <sup>3</sup> /min	metro <sup>3</sup> /secondo	4,719 E-04
	ft <sup>3</sup> /secondo	metro <sup>3</sup> /secondo	2,832 E-02
	in <sup>3</sup> /secondo	metro <sup>3</sup> /secondo	2,731 E-07
	gal/min	metro <sup>3</sup> /secondo	6,309 E-05
*Termochimico			
+E indica la potenza di 10 per la quale deve essere moltiplicato il numero, ossia 4.047E+03 = 4.047 × 10 <sup>3</sup> .			

# Manuale d'uso e manutenzione

## TURBINA A GAS PGT5/2

### Volume 2

## MANUTENZIONE TURBINA A GAS

---

Cliente:	THERMASTER CENTRALE CO/GEN VARESE
Località Impianto:	VARESE (ITALY)
Impianto:	CENTRALE COGENERAZIONE DI VARESE
GE O&G Job:	1731334 (SERIAL NUMBER G09097)

---



## INDICE

Indice	Pagina
1	INTRODUZIONE.....1
1.1	GENERALITÀ.....1
1.2	FATTORI OPERATIVI CHE INFLUISCONO SULLA MANUTENZIONE.....2
1.2.1	Combustibile.....2
1.2.2	Frequenza di avviamento.....3
1.2.3	Ciclo di carico.....4
1.2.4	Ambiente.....5
1.3	PROCEDURE MANUTENTIVE.....6
1.4	TIPI DI CONTROLLI.....8
1.4.1	Ispezione combustione.....8
1.4.2	Controllo di camicie e pezzi di transizione.....10
1.4.3	Ispezione parti calde .....10
1.4.4	ISPEZIONE PRINCIPALE.....10
1.5	INTERVALLI DI CONTROLLO .....11
1.6	PARTI .....11
1.6.1	NPI e programma di manutenzione standard .....11
2	PROCEDURE STANDARD .....14
2.1	INFORMAZIONI GENERALI .....14
2.2	PROCEDURE DI PULIZIA DEL COMPRESSORE .....17
2.3	PROCEDURE DI PULIZIA DEL COMPRESSORE .....17
2.4	ATTREZZI SPECIALI- TIPICI DELLA TURBINA A GAS.....18
3	REQUISITI DI MANUTENZIONE, CONTROLLO E STOCCAGGIO, PER I TUBI FLESSIBILI DI METALLO DEL PACKAGE DELLA TURBINA A GAS.....43
3.1	LINEE GUIDA SU MANUTENZIONE E CONTROLLI PER I TUBI FLESSIBILI DI METALLO .....43
3.2	LINEE GUIDA SU MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO PER I TUBI FLESSIBILI DI METALLO .....44
4	MANUTENZIONE DEI SISTEMI AUSILIARI E DI CONTROLLO.....45
4.1	PROGRAMMA DI CONTROLLI PERIODICI.....47
4.2	PROCEDURE DI CONTROLLO E MANUTENZIONE .....62
4.2.1	Ausiliari soggetti a manutenzione ordinaria.....62
4.2.2	Dispositivi di controllo .....63
4.2.3	Apparecchiature idrauliche/meccaniche .....65
4.2.4	Riscaldamento, raffreddamento e ventilazione.....67
4.2.5	Motori, giunti motori e pompe.....67
4.2.6	Sistemi di condutture dell'unità .....68
4.2.7	Manutenzione dei sistemi.....68
4.2.8	Sistema acqua di raffreddamento.....70
4.2.9	Sistema di mandata del combustibile liquido .....72
4.2.10	Sistema combustibile.....73
4.2.11	Sistema a gas combustibile .....74
4.2.12	Alimentazione idraulica sistema di controllo olio ad alta pressione .....74
4.2.13	Sistema di controllo ugelli secondo stadio.....75
4.2.14	Sistema aria di raffreddamento e tenuta .....76
4.2.15	Sistema aria di atomizzazione.....77
4.2.16	Sistema di avviamento .....78
4.2.17	Sistema di protezione da sovravelocità - meccanico .....79
4.2.18	Sistema antincendio a CO2.....80
4.2.19	Sistema di controllo della temperatura.....81
4.2.20	Sistema di rivelazione e protezione dalle fiamme.....82
4.2.21	Sistema di protezione da sovravelocità - elettronico.....83
4.2.22	Controlli e apparecchiatura Speedtronic.....84

4.2.23	Gruppo batterie.....	89
4.2.24	Centralina di controllo del motore .....	90
4.2.25	Manutenzione dei sistemi di aerazione e apparecchiature di sistema .....	91
5	MANUTENZIONE PROGRAMMATA DELLA TURBINA .....	95
5.1	CONTROLLI CON UNITÀ IN FUNZIONAMENTO .....	95
5.2	OPERAZIONI AUSILIARIE DI ROUTINE .....	95
5.2.1	Cabina di controllo.....	95
5.2.2	Vano turbina .....	95
5.2.3	Vano accessori.....	96
5.2.4	Sistemi fuori basamento .....	96
5.2.5	Generalità .....	97
5.3	REGISTRAZIONE DATI.....	97
5.3.1	Dati operativi MS3002.....	98
5.4	CONTROLLI SPECIALI .....	101
5.4.1	Generalità .....	101
5.4.2	Aree di controllo.....	102
5.4.3	Apparecchiature richieste .....	105
5.5	PROGRAMMAZIONE DELLE ISPEZIONI BOROSCOPICHE .....	105
5.5.1	Servizio di assistenza per ispezioni boroscopiche.....	105
5.5.2	Procedura d'ispezione.....	109
6	CONTROLLO DELLA COMBUSTIONE .....	112
6.1	PROCEDURA DI SMONTAGGIO PER SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN .....	112
6.1.1	Operazione 1.....	114
6.1.2	Operazione 2.....	114
6.1.3	Operazione 3.....	115
6.1.4	Operazione 4.....	115
6.1.5	Operazione 5.....	115
6.1.6	Operazione 6.....	115
6.1.7	Operazione 7.....	116
6.1.8	Operazione 8.....	116
6.1.9	Operazione 9.....	117
6.1.10	Operazione 10 .....	117
6.1.11	Operazione 11 .....	118
6.2	PROCEDURA DI CONTROLLO PER SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN .....	131
6.2.1	Controllo di "coperchio e camicia" .....	131
6.2.2	Controllo dei tubi di propagazione di fiamma e dei dispositivi di fissaggio .....	141
6.2.3	Controllo dei gomiti interni .....	143
6.2.4	Controllo delle schermature .....	145
6.2.5	Controllo dell'insieme coperchio posteriore.....	147
6.2.6	Controllo del manicotto di mandata .....	149
6.2.7	Controllo del bruciatore secondario .....	150
6.2.8	Controllo della candela.....	151
6.2.9	Controllo del rivelatore di fiamma.....	153
6.3	TABELLE DEI LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER IL SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN.....	156
6.4	PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PER IL SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN.....	164
6.4.1	Operazione 35 .....	164
6.4.2	Operazione 36 .....	164
6.4.3	Operazione 37 .....	165
6.4.4	Operazione 38 .....	166
6.4.5	Operazione 39 .....	169
6.4.6	Operazione 40 .....	169
6.4.7	Operazione 41 .....	170
6.4.8	Operazione 42 .....	172
6.4.9	Operazione 43 .....	173

6.4.10	Operazione 44 .....	174
7	CONTROLLO DI CAMICIA E PEZZO DI TRANSIZIONE .....	176
7.1	PROCEDURA DI SMONTAGGIO PER CAMICIA E PEZZO DI TRANSIZIONE MS-3002J DLN .....	176
7.1.1	Operazioni da 1 a 11 .....	176
7.1.2	Operazione 12 .....	176
7.1.3	Operazione 13 .....	176
7.2	PROCEDURA DI CONTROLLO PER CAMICIE E PEZZI DI TRANSIZIONE MS-3002J DLN .....	186
7.2.1	Operazioni da 12 a 34 .....	186
7.2.2	Controllo del pezzo di transizione .....	186
7.2.3	Controllo di gomiti esterni, collettore principale e involucro .....	189
7.3	TABELLE DEI LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER IL SISTEMA DI COMBUSTIONE MS-3002J DLN .....	191
7.4	PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PER IL SISTEMA DI COMBUSTIONE MS-3002J DLN .....	193
7.4.1	Operazione 38 .....	193
7.4.2	Operazioni da 39 a 48 .....	194
8	CONTROLLO DELLE PARTI CALDE .....	201
8.1	PROCEDURA DI SMONTAGGIO PARTI CALDE MS-3002J DLN .....	201
8.1.1	Operazioni da 1 a 11 .....	201
8.1.2	Operazioni da 12 a 13 .....	201
8.1.3	Operazione 14 .....	201
8.1.4	Operazione 15 .....	203
8.1.5	Operazione 16 .....	210
8.1.6	Operazione 17 .....	212
8.1.7	Operazione 18 .....	214
8.1.8	Operazione 19 .....	215
8.1.9	Operazione 20 .....	219
8.2	PROCEDURA DI CONTROLLO PARTI CALDE MS-3002J DLN .....	222
8.2.1	Operazioni da 21 a 43 .....	222
8.2.2	Operazioni da 44 a 46 .....	222
8.2.3	Operazione 47 .....	222
8.2.4	Operazione 48 .....	225
8.2.5	Operazione 49 .....	229
8.2.6	Operazione 50 .....	229
8.2.7	Operazione 51 .....	240
8.2.8	Operazione 52 .....	244
8.3	PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PARTI CALDE MS-3002J DLN .....	245
8.3.1	Operazione 53 .....	245
8.3.2	Operazione 54 .....	246
8.3.3	Operazione 55 .....	248
8.3.4	Operazione 56 .....	252
8.3.5	Operazione 57 .....	254
8.3.6	Operazione 58 .....	255
8.3.7	Operazione 59 .....	259
8.3.8	Operazione 60 .....	259
8.3.9	Operazione 61 .....	259
8.3.10	Operazioni da 62 a 71 .....	259
9	ISPEZIONE PRINCIPALE .....	260
9.1	PROCEDURA DI SMONTAGGIO PER ISPEZIONE PRINCIPALE MS-3002J DLN .....	260
9.1.1	Operazioni da 1 a 11 .....	260
9.1.2	Operazioni da 12 a 13 .....	260
9.1.3	Operazioni da 14 a 20 .....	260
9.1.4	Operazione 21 .....	260
9.1.5	Operazione 22 .....	262
9.1.6	Operazione 23 .....	264
9.1.7	Operazione 24 .....	266
9.1.8	Operazione 25 .....	270
9.1.9	Operazione 26 .....	274

9.1.10	Operazione 27 .....	274
9.1.11	Operazione 28 .....	274
9.1.12	Operazione 29 .....	274
9.1.13	Operazione 30 .....	278
9.1.14	Operazione 31 .....	278
9.1.15	Operazione 32 .....	281
9.1.16	Operazione 33 .....	282
9.1.17	Operazione 34 .....	282
9.1.18	Operazione 35 .....	288
9.1.19	Operazione 36 .....	289
9.1.20	Operazione 37 .....	292
9.1.21	Operazione 38 .....	292
9.1.22	Operazione 39 .....	294
9.1.23	Operazione 40 .....	294
9.1.24	Operazione 41 .....	296
9.1.25	Operazione 42 .....	297
9.1.26	Operazione 43 .....	299
9.1.27	Operazione 44 .....	303
9.2	PROCEDURA DI CONTROLLO PER ISPEZIONE PRINCIPALE MS-3002J DLN .....	304
9.2.1	Operazioni da 45 a 67 .....	304
9.2.2	Operazioni da 68 a 70 .....	304
9.2.3	Operazioni da 71 a 76 .....	304
9.2.4	Operazione 77 .....	304
9.2.5	Operazione 78 .....	308
9.2.6	Operazione 79 .....	309
9.2.7	Operazione 80 .....	316
9.2.8	Operazione 81 .....	318
9.3	PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PER ISPEZIONE PRINCIPALE MS-3002J DLN .....	319
9.3.1	Operazione 82 .....	319
9.3.2	Operazione 83 .....	321
9.3.3	Operazione 84 .....	322
9.3.4	Operazione 85 .....	323
9.3.5	Operazione 86 .....	325
9.3.6	Operazione 87 .....	325
9.3.7	Operazione 88 .....	328
9.3.8	Operazione 89 .....	328
9.3.9	Operazione 90 .....	329
9.3.10	Operazioni da 91 a 94 .....	330
9.3.11	Operazione 95 .....	330
9.3.12	Operazione 96 .....	335
9.3.13	Operazione 97 .....	335
9.3.14	Operazione 98 .....	335
9.3.15	Operazione 99 .....	338
9.3.16	Operazione 100 .....	340
9.3.17	Operazione 101 .....	340
9.3.18	Operazione 102 .....	341
9.3.19	Operazioni da 103 a 104 .....	342
9.3.20	Operazione 105 .....	342
9.3.21	Operazione 106 .....	345
9.3.22	Operazione 107 .....	345
9.3.23	Operazione 108 .....	345
9.3.24	Operazione 108 .....	347
9.3.25	Operazione 109 .....	347
9.3.26	Operazione 110 .....	351
9.3.27	Operazione 111 .....	352
9.3.28	Operazione 112 .....	352



9.3.29	Operazioni da 113 a 122.....	353
10	INFORMAZIONI TECNICHE (TIL).....	355
11	CONSERVAZIONE DELLA TURBINA A GAS.....	356
11.1	CONSERVAZIONE DELLA TURBINA A GAS PER LA SPEDIZIONE.....	356
11.2	CONSERVAZIONE DELLA TURBINA A GAS E DELLE APPARECCHIATURE AUSILIARIE DOPO LA SPEDIZIONE.....	356
12	SMANTELLAMENTO E IMPATTO AMBIENTALE.....	358
12.1	IMPATTO AMBIENTALE.....	358
12.2	SMANTELLAMENTO.....	358
13	INFORMAZIONI SULLA MANUTENZIONE.....	360
13.1	COMUNICAZIONI TECNICHE GE OIL & GAS.....	360
13.2	AM&D PER NUOVE APPARECCHIATURE.....	361
13.3	ASSISTENZA TECNICA AM&D.....	362
14	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....	364
14.1	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE [MS1002 PGT5-2 PGT5-2DLN].....	364
14.1.1	Controllo rotore MS1002 PGT5-2 PGT5-2DLN.....	365
15	INTRODUZIONE E ISPEZIONI BOROSCOPICHE.....	366
15.1	INTRODUZIONE.....	366
15.2	FATTORI D'USO CHE INFLUISCONO SULLA MANUTENZIONE.....	366
15.2.1	COMBUSTIBILE.....	366
15.2.2	FREQUENZA DEGLI AVVIAMENTI.....	367
15.2.3	CICLO DI CARICO.....	369
15.2.4	CONDIZIONI AMBIENTALI.....	369
15.2.5	MANUTENZIONE.....	370
15.3	TIPI DI CONTROLLI.....	370
15.3.1	CONTROLLO DELLA MACCHINA IN FUNZIONAMENTO.....	370
15.3.2	CONTROLLI DELLA MACCHINA INATTIVA.....	370
15.3.3	CONTROLLI SPECIALI.....	375
16	CONTROLLO DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE.....	384
16.1	OPERAZIONI PRELIMINARI.....	384
16.2	PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE.....	384
16.3	RIMOZIONE DI PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE.....	386
16.3.1	RIMOZIONE DEL COPERCHIO DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE.....	386
16.3.2	RIMOZIONE DEL RIVELATORE DI FIAMMA E DELLA CANDELA.....	386
16.3.3	RIMOZIONE DI COPERCHIO E CAMICIA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE.....	386
16.3.4	RIMOZIONE DELLA CASSA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE.....	387
16.3.5	SUPPORTO DELLA CASSA.....	389
16.3.6	RIMOZIONE DELLA CASSA DELLA TURBINA.....	390
16.3.7	RIMOZIONE DEL PEZZO DI TRANSIZIONE.....	391
16.4	VERIFICHE DEI GIOCHI DELLA TURBINA.....	395
16.4.1	DEFINIZIONE DEI LATI DESTRO E SINISTRO DELLA TURBINA.....	396
16.5	CONTROLLI.....	398
16.5.1	CONTROLLO DI COPERCHIO E CAMICIA DI COMBUSTIONE.....	398
16.5.2	CONTROLLO DELLA CASSA.....	403
16.5.3	CONTROLLO DEL PEZZO DI TRANSIZIONE.....	403
16.5.4	CONTROLLO DELLA CANDELA.....	404
16.5.5	CONTROLLO DEL RIVELATORE DI FIAMMA.....	406
16.5.6	CONTROLLO VISIVO DELL'UGELLO 1° STADIO E DELLE PALE 1° STADIO DEL ROTORE (PALE A CUCCHIAIO) 406	
16.6	RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE.....	407
16.6.1	RIMONTAGGIO DEL PEZZO DI TRANSIZIONE.....	407
16.6.2	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA TURBINA.....	408
16.6.3	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE.....	410
16.6.4	RIMONTAGGIO DELLA CAMICIA.....	411
16.6.5	RIMONTAGGIO DEL RIVELATORE DI FIAMMA E DELLA CANDELA.....	412
16.6.6	RIMONTAGGIO DEL COPERCHIO DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE.....	414

16.6.7	RIMOZIONE DEI MARTINETTI INSTALLATI SULLA CASSA.....	415
16.6.8	RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE DURANTE LE OPERAZIONI PRELIMINARI .....	415
16.6.9	CONTROLLO DA ESEGUIRE PRIMA DI AVVIARE LA TURBINA .....	415
16.6.10	PROCEDURE DI MONTAGGIO/SMONTAGGIO DELL'ATTUATORE.....	416
17	CONTROLLO DEI CIRCUITI PARTI CALDE .....	417
17.1	OPERAZIONI PRELIMINARI.....	417
17.2	CONTROLLO DELLE PARTI CALDE .....	417
17.3	SMONTAGGIO DELLE PARTI .....	418
17.3.1	SMONTAGGIO DELLE PARTI INTERESSATE DAL CONTROLLO DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE .....	418
17.3.2	SMONTAGGIO DELLA PARTE SUPERIORE DELL'UGELLO 1° STADIO .....	418
17.4	CONTROLLI .....	423
17.4.1	CONTROLLO DELLE PARTI DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE.....	424
17.4.2	CONTROLLO DEGLI UGELLI 1° E 2° STADIO .....	424
17.4.3	CONTROLLO DEL DIAFRAMMA 2° STADIO .....	432
17.4.4	CONTROLLO DELLE PALE MOBILI .....	432
17.4.5	CONTROLLO DEI SETTORI DELL'ANELLO ESTERNO .....	436
17.5	RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE.....	436
17.5.1	RIMONTAGGIO DELL'UGELLO 2° STADIO .....	436
17.5.2	RIMONTAGGIO DELL'UGELLO 1° STADIO .....	437
17.5.3	RIMONTAGGIO DEI COMPONENTI INTERESSATI DALLA COMBUSTIONE.....	439
18	ISPEZIONE PRINCIPALE.....	439
18.1	OPERAZIONI PRELIMINARI.....	439
18.2	PARTI INTERESSATE DAL ISPEZIONE PRINCIPALE .....	439
18.3	VERIFICHE PRELIMINARI.....	440
18.3.1	VERIFICA PRELIMINARE DELL'ALLINEAMENTO .....	440
18.3.2	VERIFICA DELLA POSIZIONE DEL ROTORE .....	444
18.4	SMONTAGGIO DELLE PARTI .....	446
18.4.1	SMONTAGGIO DELLE PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE .....	446
18.4.2	SMONTAGGIO DELLE PARTI DESCRITTE NEL <a href="#">Paragrafo 17.1</a> .....	446
18.4.3	SMONTAGGIO DELLA CASSA DEL COMPRESSORE .....	446
18.4.4	SMONTAGGIO DELLA CASSA DI AMMISSIONE DELL'ARIA .....	447
18.4.5	SMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO .....	449
18.5	VERIFICHE DEI GIOCHI .....	450
18.5.1	VERIFICHE DEI GIOCHI NELLE AREE DEL COMPRESSORE ASSIALE E DELLA TURBINA.....	451
18.5.2	SMONTAGGIO CAPPELLI DEI CUSCINETTI .....	452
18.5.3	VERIFICHE DEI GIOCHI SULLE GUARNIZIONI AD ANELLO OLIO/ARIA DEI SUPPORTI DEI CUSCINETTI E GUARNIZIONI ARIA/ARIA DI ALTA PRESSIONE .....	453
18.5.4	VERIFICHE DEL GIOCO SULL'ANELLO DI TENUTA OLIO FLOTTANTE.....	453
18.6	SMONTAGGIO DI CUSCINETTI E ROTORE .....	454
18.6.1	SMONTAGGIO DEL CUSCINETTO REGGISPINTA .....	454
18.6.2	SMONTAGGIO DEI CUSCINETTI PORTANTI (METÀ SUPERIORE) .....	454
18.6.3	SMONTAGGIO DEL ROTORE .....	455
18.6.4	SMONTAGGIO DEI CUSCINETTI PORTANTI (METÀ INFERIORE) .....	456
18.6.5	SMONTAGGIO E PULIZIA DEI CUSCINETTI.....	457
18.6.6	SMONTAGGIO DELLA METÀ INFERIORE DELL'UGELLO 1° STADIO .....	460
18.6.7	SMONTAGGIO DEI SEGMENTI DELLE METÀ INFERIORE E SUPERIORE DELL'UGELLO 2° STADIO SULLA CASSA DELLA TURBINA.....	461
18.7	CONTROLLI .....	461
18.7.1	CONTROLLO DEI PORTACUSCINETTI E DEI CUSCINETTI REGGISPINTA .....	462
18.7.2	CONTROLLO DELLA PALETTATURA .....	464
18.7.3	CONTROLLO DEI PERNI E DEI BORDINI REGGISPINTA DEL ROTORE .....	465
18.8	RIMONTAGGIO DELLE PARTI PRIMA DI VERIFICARE I GIOCHI SULLA GIUNZIONE .....	465
18.8.1	RIMONTAGGIO DELL'UGELLO E DEI DIAFRAMMI 2° STADIO .....	465
18.8.2	RIMONTAGGIO DELLA METÀ INFERIORE DELL'UGELLO 1° STADIO .....	466
18.8.3	RIMONTAGGIO DEGLI ANELLI DI TENUTA ARIA/OLIO E DEI PORTACUSCINETTI .....	466
18.8.4	RIMONTAGGIO DEL ROTORE.....	467

18.8.5	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO DELLA TURBINA.....	468
18.8.6	RIMONTAGGIO DEI CUSCINETTI PORTANTI .....	468
18.9	VERIFICHE DEI GIOCHI .....	469
18.9.1	LETTURA DEI GIOCHI DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA OLIO/ARIA SULLA GIUNZIONE DEL SUPPORTO DEL CUSCINETTO N. 1.....	469
18.9.2	VERIFICA DEL GIOCO ASSIALE DEL ROTORE E PREPARAZIONE PER LE VERIFICHE DEL GIOCO SULLE GUARNIZIONI DI TENUTA OLIO/ARIA.....	469
18.9.3	VERIFICHE DEL GIOCO DELLA GIUNZIONE .....	470
18.9.4	VERIFICA DEL GIOCO SULLA METÀ SUPERIORE DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA OLIO/ARIA.....	470
18.10	RIMONTAGGIO FINALE .....	470
18.10.1	RIMONTAGGIO DEI CAPPELLI PER I SUPPORTI DEI CUSCINETTI .....	471
18.10.2	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI AMMISSIONE.....	471
18.10.3	RIMONTAGGIO DEL DISPOSITIVO DI CONTROLLO DELLE ALETTE DIRETTRICI.....	472
18.10.4	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO COMPRESSORE .....	472
18.10.5	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO DELLA TURBINA.....	473
18.10.6	RIMONTAGGIO DEL DIFFUSORE DI SCARICO ESTERNO .....	474
18.10.7	RIMONTAGGIO DELL'UGELLO 1° STADIO (METÀ SUPERIORE) .....	474
18.10.8	RIMONTAGGIO DEL PEZZO DI TRANSIZIONE.....	474
18.10.9	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA TURBINA .....	474
18.10.10	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE.....	475
18.10.11	RIMONTAGGIO DELLA CAMICIA .....	475
18.10.12	RIMONTAGGIO DI RIVELATORE DI FIAMMA E CANDELA .....	475
18.10.13	RIMONTAGGIO COPERCHIO DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE.....	475
18.10.14	ULTERIORE VERIFICA DELLA POSIZIONE DEL ROTORE .....	475
18.10.15	RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI AMMISSIONE.....	475
18.10.16	RIMONTAGGIO DEL RIDUTTORE .....	476
18.11	VERIFICA ALLINEAMENTO DELLA TURBINA.....	476
18.12	RIMONTAGGIO DEL GIUNTO DI CARICO .....	476
18.13	RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE DURANTE LE OPERAZIONI PRELIMINARI .....	477
18.14	VERIFICHE DA ESEGUIRE PRIMA DI AVVIARE LA TURBINA .....	477
19	PARTI DI RICAMBIO.....	478
19.1	ISTRUZIONI PER ORDINARE LE PARTI DI RICAMBIO .....	478
19.2	STOCCAGGIO DELLE PARTI DI RICAMBIO .....	478

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 GENERALITÀ

Il funzionamento della turbina a gas per combustione, come per ogni macchina motrice rotante, deve includere un programma pianificato di controlli periodici, con relativa riparazione e sostituzione di parti, secondo quanto necessario, per garantire la massima disponibilità e affidabilità dell'unità.

L'obiettivo della presente sezione può essere definito nel seguente modo:

- a. Aiutare l'utilizzatore ad acquisire familiarità con l'unità, suddividendo i controlli in base ai sistemi specifici e, ove appropriato, descrivendo brevemente il motivo del controllo e le azioni da intraprendere.
- b. Identificare i componenti e le parti da esaminare periodicamente, nell'intervallo tra le prove di avviamento iniziali e il controllo indicato.
- c. Gli intervalli tra i controlli, a tale riguardo, sono basati su valutazioni di tipo ingegneristico e sull'esperienza acquisita con le unità delle turbine a gas. L'intervallo di tempo effettivo, stabilito per una particolare turbina a gas, dovrebbe essere basato sull'esperienza operativa dell'utilizzatore e sulle condizioni ambientali, come umidità, polvere e atmosfera corrosiva.

Prima dei controlli programmati o della rilevazione dei dati operativi, pulire il compressore seguendo la procedura prevista per la pulizia del compressore della turbina a gas, indicata nelle Procedure standard, [Paragrafo 2](#) delle presenti istruzioni per la manutenzione. Prima e dopo ogni controllo si dovrebbe rilevare e registrare per riferimento una serie completa di dati operativi, incluse letture delle vibrazioni. La registrazione dei controlli effettuati e degli interventi di manutenzione eseguiti sarà estremamente utile per stabilire un programma di manutenzione ottimale per l'unità (le unità) della turbina a gas. Di solito il programma di manutenzione inizia con un intervento di minore entità, per aumentare via via lungo il tempo fino alla revisione completa, seguita dalla ripetizione del ciclo. L'esecuzione dei controlli può essere ottimizzata, per ridurre il tempo di fermo dell'unità e i costi di manutenzione per una particolare modalità operativa, mantenendo comunque la massima disponibilità e affidabilità dell'unità.

## 1.2 FATTORI OPERATIVI CHE INFLUISCONO SULLA MANUTENZIONE

### NOTA



Gli effetti dei fattori di manutenzione per combustibile, avviamenti e ciclo di carico sono cumulativi, se tutti i fattori di cui sopra sono presenti. È necessario comprendere che con l'aumento dei fattori di manutenzione diminuisce il tempo tra i controlli e le riparazioni dei componenti, mentre è possibile che aumenti la frequenza di sostituzione dei componenti.

I fattori che influiscono maggiormente sulla vita utile delle parti per una data macchina sono illustrati nella [Figura 1](#).

- Tipo di combustibile
- Frequenza di avviamento
- Ciclo di carico
- Ambiente
- Procedure di manutenzione

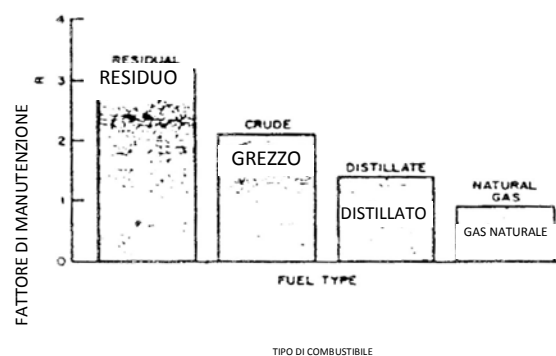
**Figura 1 - Fattori che influiscono sulla vita utile delle parti**

### 1.2.1 Combustibile

L'effetto del tipo di combustibile sulla vita utile delle parti è associato all'energia radiante nel processo di combustione e alla capacità di atomizzare i vari combustibili liquidi. Di conseguenza, l'uso del gas naturale, che non richiede atomizzazione, ha il livello più basso di energia radiante e quindi aumenta la vita utile delle parti.

Il gas naturale è il combustibile tradizionalmente utilizzato con turbine a gas in applicazioni industriali. Le limitazioni nell'approvvigionamento del gas naturale disponibile, con il conseguente incremento dei costi, hanno determinato una maggiore attenzione per i combustibili liquidi, fino a un grado mai raggiunto in passato.

Tra i combustibili liquidi, il combustibile distillato determina una durata superiore; l'olio greggio e gli oli residui, con la concomitanza di una più elevata energia radiante e una più difficile atomizzazione, riducono l'affidabilità e la vita utile delle parti, come illustrato nella [Figura 2](#).



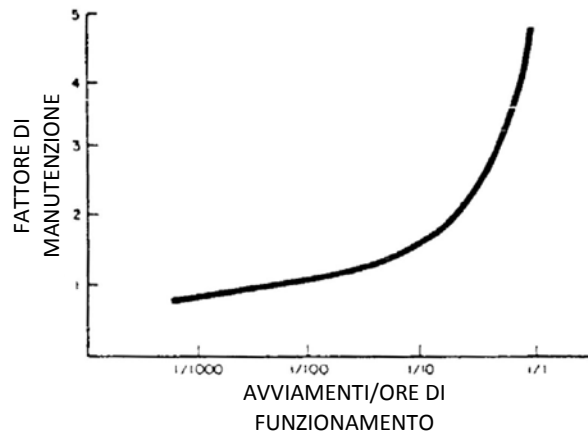
**Figura 2 - Effetto del combustibile**

Anche le sostanze contaminanti presenti nel combustibile influiscono sugli intervalli di manutenzione. Ciò è particolarmente vero nel caso dei combustibili liquidi, in cui la sporcizia determina una maggiore frequenza di sostituzione di pompe, componenti di misurazione e ugelli per combustibile. Le sostanze contaminanti nel gas combustibile possono erodere o corrodere le valvole di controllo e gli ugelli per combustibile.

L'elemento limitante per il funzionamento continuo con combustibili liquidi è costituito dagli ugelli per combustibile. Un combustibile straordinariamente pulito può aumentare questo intervallo, mentre un combustibile sporco lo riduce conformemente.

### 1.2.2 Frequenza di avviamento

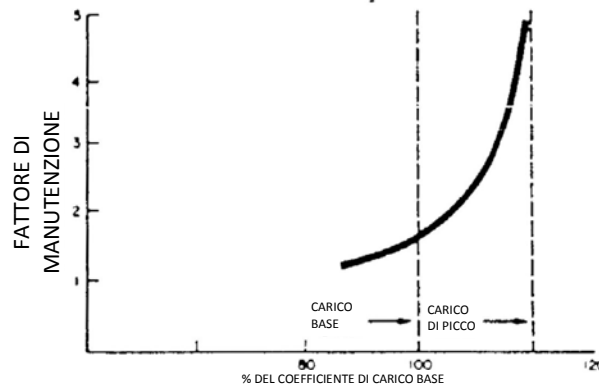
Ogni arresto e avviamento della turbina a gas sottopone le parti calde a cicli termici significativi. I sistemi di controllo sono progettati e regolati in modo da minimizzare tale effetto. Tuttavia, requisiti di avviamenti e arresti frequenti della turbina dimostrano come le parti di tali turbine siano caratterizzate da una vita utile più breve rispetto a quelle di un'unità simile in servizio continuo. Vedere [Figura 3](#).



**Figura 3 - Effetti degli avviamenti**

### 1.2.3 Ciclo di carico

Il ciclo di carico della turbina a gas, fino al regime continuo, ha uno scarso effetto sulla vita utile delle parti, purché non siano richieste variazioni di carico rapide e frequenti. Vedere [Figura 4](#).



**Figura 4 - Effetto del ciclo di carico**

### 1.2.4 Ambiente

Le caratteristiche dell'aria di aspirazione verso la turbina a gas potrebbero influenzare negativamente i costi e gli intervalli di manutenzione, qualora l'aria fosse abrasiva o corrosiva. Nel caso in cui sostanze abrasive (come la sabbia) siano mescolate all'aria di aspirazione, si dovrà prestare molta attenzione al filtraggio in entrata, per minimizzare l'effetto.

Se la turbina a gas deve funzionare in un'atmosfera corrosiva (salina, ecc.), si dovrà prestare molta attenzione all'ubicazione dei dispositivi di aerazione e all'applicazione di materiali corretti e rivestimenti protettivi. È essenziale, durante le fasi di pianificazione di un'applicazione, riconoscere eventuali sostanze contaminanti abrasive o corrosive, adottando le misure necessarie a minimizzarne gli effetti.



### 1.3 PROCEDURE MANUTENTIVE

Le informazioni sulle condizioni delle parti si basano solo su stime e variano con il variare delle macchine e delle condizioni operative specifiche. Tuttavia, le stime sono basate su precedenti esperienze e possono essere molto utili nella pianificazione del programma di manutenzione. Dato l'accumulo nel tempo dei dati operativi effettivi su una specifica applicazione, la regolazione dei cicli di controllo dovrebbe costituire lo stadio successivo in un programma ben pianificato.

La pianificazione del controllo iniziale si può basare sul programma di controllo della combustione, sul programma di controllo del circuito parti calde e sul programma di ISPEZIONE PRINCIPALE, secondo un piano appositamente elaborato per la propria unità e i requisiti di fermo macchina stimati ed elencati nella [Figura 5](#).

CONTROLLO DI MANUTENZIONE MODELLO SERIE 3002	
TIPI DI CONTROLLO	TURNI DI 8 ORE
Combustione	3
Circuito parti calde	6
Principale	12

#### Presupposti

- No tempo di riparazione - Solo sostituzione
- Tutte parti disponibili
- Tutti gli attrezzi necessari disponibili
- Staff con capacità di lavoro nella media
- Solo turbina da flangia a flangia
- Il controllo è stato pianificato in precedenza

**Figura 5 - Requisiti di fermo macchina stimati**

I requisiti di fermo macchina di cui sopra possono essere utilizzati per la stima dei cicli di manutenzione, ma occorre considerare che i dati in questione sono destinati a variare in base a diversi fattori, che definiscono le condizioni operative per una specifica installazione. I cicli di controllo possono variare in base al combustibile, ai cicli di lavoro e ai criteri di manutenzione adottati dal titolare. Le ore di manodopera destinate ai controlli variano in base alla pianificazione preliminare, alla disponibilità delle parti, alla produttività, alle condizioni atmosferiche, ai regolamenti sindacali e alla sorveglianza.

Stime precise su requisiti e costi, in termini di risorse connesse con la durata del fermo macchina, associati al controllo di una specifica installazione, si possono ottenere dall'ufficio locale di General Electric Company, Installation and Service Engineering Department.

Una pianificazione soddisfacente della manutenzione per un minimo tempo di inattività richiede la disponibilità di parti di ricambio, nuove o precedentemente riparate, che possano servire per sostituire le parti esistenti. Le parti sostituite potranno poi essere riparate senza prolungare il tempo di inattività.

Per garantire una prestazione ottimale della turbina a gas, si dovrebbe conservare in magazzino una quantità minima di parti di ricambio, atte a supportare il controllo in servizio. Parti di ricambio adeguate per il controllo parti calde possono essere conservate in un sito centrale predeterminato. In molti impianti di turbine a gas le parti di ricambio principali sono conservate in loco, in quanto la disponibilità delle parti minimizza il tempo di risposta richiesto per le revisioni complete.

Il programma di manutenzione pianificato anticipa le necessità delle apparecchiature ed è studiato su misura per soddisfare i requisiti del sistema in termini di utilizzo, affidabilità e costi.

## 1.4 TIPI DI CONTROLLI

I tipi di controlli considerati all'interno di questa pubblicazione possono essere classificati, a grandi linee, in termini di controlli con unità "in funzionamento" e "in arresto". Il controllo con unità in funzionamento viene eseguito durante l'avviamento e mentre l'unità è operativa. Questo tipo di controllo fornisce indicazioni in merito alle condizioni generali dell'unità della turbina a gas e delle apparecchiature collegate. Il controllo con unità in arresto viene eseguito mentre l'unità è inattiva. I controlli con l'unità in arresto comprendono controlli su "Combustione", "Parti Calde" e "Controlli principali". Questo ultimo tipo di controlli richiede lo smontaggio della turbina in gradi variabili. Vedere [Figura 6](#).

L'affidabilità della turbina all'avviamento può essere favorita con l'esecuzione di un controllo in stand-by, mentre l'unità è in arresto. La manutenzione ordinaria del sistema di batterie, il cambio dei filtri, la verifica dei livelli di olio e acqua, la pulizia dei relè, la verifica di settaggi e tarature dei dispositivi, la lubrificazione e altri interventi generali di manutenzione preventiva possono essere effettuati nelle ore di minore attività, senza interrompere la disponibilità della turbina. Alcuni organi accessori determinati, da riparare o sostituire, possono essere riconsegnati alla fabbrica per la riparazione o come resi o per una sostituzione.

I Referenti di zona per il servizio di assistenza tecnica (Field Service Representatives) di General Electric Company sono a disposizione per fornire istruzioni tecniche o consulenza in materia di riparazioni e sostituzioni.

Anche i funzionamenti di prova periodici costituiscono una parte essenziale per un programma di manutenzione soddisfacente. Si raccomanda decisamente il funzionamento dell'unità sotto carico per almeno 1 ora ogni due mesi, registrando i dati operativi. Questa operazione dovrebbe servire a rimuovere l'umidità, che si potrebbe accumulare all'interno dei condotti e di altri componenti, a causa della variazione di temperatura e umidità dell'atmosfera. Se l'unità deve rimanere in arresto per periodi di tempo prolungati, posizionarla su una binda idraulica una volta alla settimana e fare circolare il lubrificante, in modo da ricoprire i perni e prevenire la formazione di ruggine.

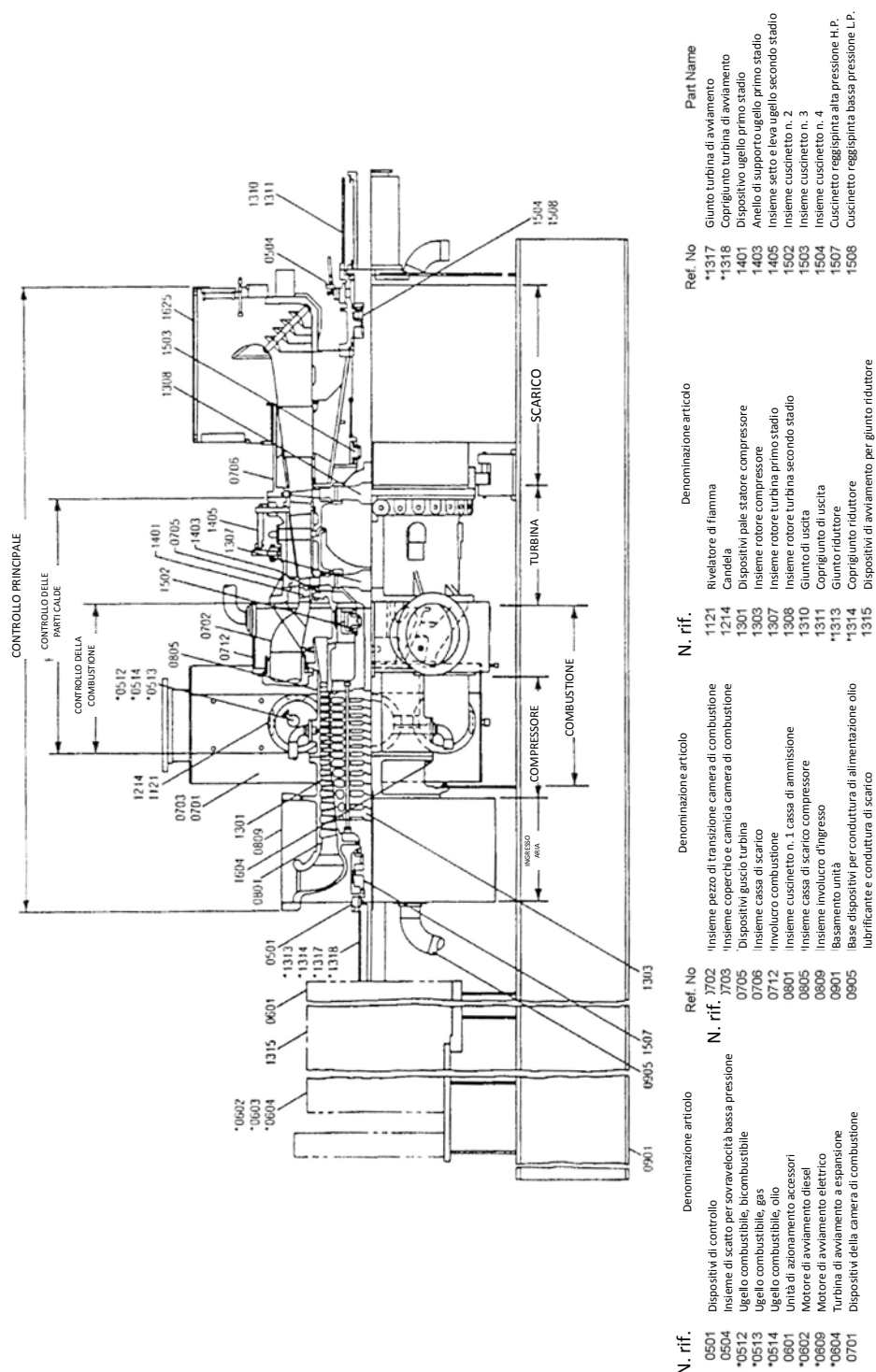
Controlli speciali come le ispezioni boroscopiche possono essere utilizzati per pianificare ulteriori interventi di manutenzione periodica, senza interrompere la disponibilità dell'unità. Si raccomanda anche l'esecuzione dei controlli visivi, quando sia presente personale presso l'unità.

### 1.4.1 Controllo della combustione

Un breve controllo con l'unità in arresto è richiesto per sostituire gli ugelli del combustibile e verificare le camicie, i pezzi di transizione e i tubi di propagazione di fiamma della combustione. Le parti di cui sopra richiedono attenzione con la massima frequenza, dal momento che il funzionamento continuo con un sistema di combustione deteriorato può ridurre notevolmente la vita utile delle parti a valle, come gli ugelli e le pale a cucchiaio della turbina. In base alla progettazione della turbina a gas tali parti sono le prime a richiedere interventi di riparazione o sostituzione. Di conseguenza, è necessario rimarcare l'importanza di questo controllo all'interno del programma di manutenzione.

[La Figura 6](#) illustra i componenti in oggetto in relazione tra loro.

Si dovrebbe effettuare un controllo visivo del bordo di entrata dei setti degli ugelli e delle pale a cucchiaio della turbina di primo stadio durante il controllo della combustione, in modo da rilevare eventuali tracce di usura o deterioramento di tali parti. Questo controllo aiuterà a stabilire il programma per il Controllo delle parti calde.



### Figura 6 - Tipi di controllo con unità in arresto

Le camicie, i pezzi di transizione, i tubi di propagazione di fiamma e gli ugelli del combustibile dovrebbero essere rimossi e sostituiti con camicie, pezzi di transizione e tubi di propagazione di fiamma nuovi o riparati e con ugelli del combustibile nuovi o puliti. La procedura suddetta riduce il tempo di inattività al minimo e le camicie, i pezzi di transizione, i tubi di propagazione di fiamma e gli ugelli del combustibile rimossi possono essere puliti, controllati e riparati successivamente, quando sia più comodo.

Dopo aver completato il controllo della combustione e aver rimesso in servizio la turbina, le camicie e i pezzi di transizione rimossi dovrebbero essere controllati sul banco e riparati, se necessario, da parte di personale addetto all'assistenza tecnica competente, ovvero fuori sede, presso un centro di assistenza tecnica qualificato. Si raccomanda il controllo della pulizia e la riparazione delle camicie e dei pezzi di transizione fuori sede, in quanto tale attività può essere effettuata al meglio solo ove siano disponibili apparecchiature e impianti specifici.

Gli ugelli del combustibile rimossi possono essere puliti in loco. Gli ugelli del combustibile liquido dovrebbero essere stoccati in gruppi, tutti dello stesso fabbricante, per essere utilizzati al controllo successivo.

### **1.4.2 Controllo di camicie e pezzi di transizione**

Quale parte del Controllo della combustione in senso complessivo, il cosiddetto LTPI (Controllo camicie e pezzi di transizione) consiste nel controllo e/o nella riparazione dei pezzi di transizione anche con la rimozione/reinstallazione dell'involucro. Questa attività è dedicata al progetto NPI (Controllo Nuovo Pignone) quale verifica dello stato di tali componenti, con lo scopo di ridurre il tempo di inattività per il controllo della combustione, con un intervento più dettagliato, quando necessario durante il processo di validazione (vedere la tabella dei controlli per riferimento). Successivamente al controllo LTPI si raccomanda di eseguire una messa a punto del sistema DLN (se presente).

### **1.4.3 Ispezione parti calde**

Il Controllo delle parti calde comprende il Controllo della combustione appena descritto e, inoltre, un controllo dettagliato degli ugelli e delle pale a cucchiaino della turbina. Per eseguire questo controllo, è necessario rimuovere la parte superiore della cassa della turbina (guscio) e l'ugello primo stadio. L'ugello secondo stadio e le pale a cucchiaino della turbina devono essere controllati visivamente, quando ancora posizionati nell'unità. Una serie completa di giochi riguardanti la turbina dovrebbe essere rilevata durante ogni Controllo delle parti calde. [La Figura 6](#) illustra i componenti interessati dal Controllo delle parti calde.

Come per il controllo della combustione, si raccomanda di avere a disposizione camicie, ugelli del combustibile e pezzi di transizione per la relativa sostituzione e installazione, una volta concluso il controllo visivo. Le parti rimosse potranno poi essere controllate presso un centro di assistenza tecnica qualificato e reinserte tra le scorte da utilizzare al controllo successivo. Si raccomanda anche di eseguire il Controllo delle parti calde sotto la direzione tecnica del Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, in modo da ottenere un'analisi accurata dei dati di controllo e utilizzare il tempo di fermo macchina nella maniera più efficace.

### **1.4.4 ISPEZIONE PRINCIPALE**

Il controllo principale comprende il controllo di tutti i componenti principali da flangia a flangia della turbina a gas, soggetti a usura durante il normale funzionamento della macchina. Il controllo include elementi già presenti nei controlli su combustione e parti calde. Inoltre, si esegue un controllo sulle casse per verificare la presenza di cricche ed erosione, mentre le pale di rotore e statore devono essere esaminate per verificare il gioco alle estremità, oltre a sfregamenti, incrinamenti, incrinature e distorsioni.

Gli anelli esterni devono essere verificati in quanto a gioco, presenza di erosione, sfregamenti e depositi. Le guarnizioni di tenuta e gli accoppiamenti a gancio di ugelli e diaframmi sono controllati per rilevare eventuali sfregamenti, erosione, usura da sfregamento o deterioramento termico. Il compressore e l'apertura di entrata sono controllati per verificare la presenza di incrostazioni, erosione, corrosione e perdite. I cuscinetti e le guarnizioni di tenuta sono controllati per verificare gioco e usura. Tutti i giochi sono verificati sulla base dei rispettivi valori originali.

## 1.5 INTERVALLI DI CONTROLLO

È importante sviluppare un programma di intervalli tra i controlli e procedure di manutenzione in base all'utilizzo delle apparecchiature e all'esperienza acquisita durante il relativo funzionamento. Un programma così sviluppato consentirà di minimizzare il tempo di fermo macchina e abbassare notevolmente i costi di manutenzione complessivi. [La Tabella 2](#) contiene un elenco degli intervalli raccomandati per i controlli su combustione, parti calde e controlli principali per tutte le applicazioni della turbina a gas MS-3002.

[La Tabella 2](#) contiene un elenco degli intervalli raccomandati per i controlli su combustione, parti calde e controlli principali con modalità temperatura di funzionamento con carico base. Gli intervalli riguardanti la frequenza dei controlli in caso di temperatura di funzionamento con carico di picco saranno indicati dalla Divisione Gas Turbine, qualora l'utilizzatore preveda di operare con tale modalità in modo continuativo. Contattare il proprio Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company per conoscere i suddetti intervalli.

## 1.6 PARTI

La Divisione Gas Turbine ha a disposizione un ampio volume di parti di ricambio, atte a coprire i requisiti dei titolari delle turbine a gas. Il sistema di protezione parti è progettato per garantire una risposta rapida; tuttavia, ci sono periodi caratterizzati da una forte domanda, per cui determinate parti possono non essere prontamente disponibili per i controlli pianificati.

Si raccomanda decisamente di verificare la disponibilità in loco delle parti con elevata probabilità di sostituzione prima di avviare i controlli.

Il personale addetto alle vendite di scorte e ricambi ha la responsabilità dei contatti con i clienti, per consigliare come programmare le richieste di parti per la manutenzione e identificare ulteriori parti eventualmente necessarie. Il personale locale addetto alle vendite di scorte e ricambi può offrire consulenza in merito alle scorte necessarie e valutare le necessità individuali in base ai criteri di manutenzione della turbina a gas, nonché fornire le parti da utilizzare per la manutenzione programmata, incluse le relative tempistiche, consigliando opportunamente migliorie e modifiche alla progettazione, al fine di incrementare l'affidabilità e la manutenibilità o ridurre i costi operativi. Inoltre, è possibile individuare programmi idonei per le parti della turbina a gas, riguardanti criteri di intercambiabilità, piani di sostituzioni, programmi per la costituzione delle scorte e politiche relative a riparazioni e resi.

### 1.6.1 NPI e programma di manutenzione standard

Il piano in oggetto deve essere applicato, di norma, al primo ciclo LTPI per le prime 3 unità di leader della flotta: in seguito a ciascun controllo le disposizioni tecniche conterranno, eventualmente, una revisione dell'intero piano di validazione.

Una volta che TUTTI i "Controlli di validazione" siano stati accettati dall'Engineering, il prodotto NPI sarà validato e il piano standard potrà essere emesso nella sua forma definitiva.

DLN Singolo Gas Gas Naturale	Piano di validazione NPI		Piano standard	
	CI (3)	LTPI (3)	CI	LTPI
Intervallo ORE DI FUNZIONAMENTO [migliaia di ore] (1)	6 - 8	12 - 16	12	24
Intervallo PASSAGGIO LL → PMX	200	-	200	-
Intervallo AVVIAMENTI EQUIVALENTI (2)	200	400	400	800

Tutte le casse (collettori principali, gomiti esterni, coperchi posteriori, bruciatori, supporti dei rivelatori di fiamma, supporti delle candele, involucro) e il relativo materiale utilizzato per il montaggio sono progettati considerando una vita utile di 100000 ore di funzionamento; se si supera tale limite, è necessario sostituire i componenti in oggetto.

- (1) Ore di funzionamento: Fattore di manutenzione (Maintenance Factor: MF) in modalità estesa = 10 [1 ora di funzionamento corrisponde a 10 ore di funzionamento nella modalità di premiscelazione]; questo fattore potrebbe essere rivisto durante il Piano di validazione (MF in Lean Lean = 1).
- (2) Avviamenti di funzionamento: applicare il valore MF indicato nel presente grafico in caso di arresto di emergenza.  
MF =  $0,5 + \exp(0,0125 \cdot \% \text{carico})$  per scatto
- (3) Un set di scorte di bruciatori, coperchi e camicie, gomiti e pezzi di transizione deve essere disponibile per l'installazione in caso di avaria; sulla base di criteri di accettabilità specifici, l'Engineering fornirà disposizioni in merito all'hardware (da mettere in servizio o riparare) e disposizioni per il controllo successivo.
- (4) L'usura completa di coperchio e camicia DLN1 potrebbe essere causata dal numero di passaggi da LL (LEAN LEAN) a PMX (Premiscelazione) (i relativi contatori nel SW di controllo sono inclusi come libreria predefinita).

I programmi di manutenzione seguenti sono applicabili a condizioni operative standard:

CONTROLLO DELLA COMBUSTIONE:

vedere tabella di cui sopra.

CONTROLLO DELLE PARTI CALDE\*:

ore 24000 - avviamenti 800

\*Include il controllo LTPI (vedere tabella di cui

sopra). ISPEZIONE PRINCIPALE:

ore 48000 - avviamenti 1600

	Controllo della combustione	Controllo parti calde	ISPEZIONE PRINCIPALE
Ore di funzionamento della macchina	8000	24000	48000
Avviamenti della macchina	400	1200	2400

Tabella 2 - INTERVALLO CONTROLLI MS3002-J (combustibile gassoso, nessuna iniezione di acqua o vapore)

**NOTA**

- a. I suddetti intervalli dei controlli si applicano unicamente ai componenti forniti da General Electric Company.
- b. Gli intervalli raccomandati per i controlli possono differire in base alle applicazioni specifiche dell'unità.



Un atteggiamento prudentiale da parte dell'Engineering potrebbe portare

all'indicazione di intervalli di controllo iniziali più brevi rispetto a quelli della [Tabella 2](#) per nuove applicazioni o installazioni. Contattare il proprio Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company in caso di dubbi riguardanti la(e) propria(e) unità.

- c. Le ore di funzionamento o gli avviamenti della macchina rappresentano una condizione di tipo o/o: dipende da quale dei due casi si verifica prima.




## 2 PRATICHE STANDARD

### 2.1 INFORMAZIONI GENERALI

Per l'esecuzione di interventi sulla turbina a gas si dovrebbero seguire le seguenti PRATICHE standard:

- a. Conservare registrazioni complete dei rapporti relativi ai controlli sul campo
- b. Rimuovere e isolare la corrente elettrica da tutti i sistemi/circuiti su cui si debbano eseguire gli interventi
- c. Garantire mezzi antincendio alternativi, quando il sistema antincendio della turbina a gas sia stato disabilitato
- d. Spurgare la turbina per liberarla da fumi potenzialmente pericolosi prima di aprire la cassa, facendo funzionare l'unità alla velocità di avviamento per 5 minuti, con tutto il combustibile isolato e spurgato. Usare la massima attenzione nell'isolare e sfiatare i sistemi combustibile gassoso.
- e. Pulire tutte le parti e i dispositivi di fissaggio rimossi, stoccandoli in contenitori separati, con il relativo cartellino per semplificare il rimontaggio. (Vedere Pulizia della turbina a gas in questa sezione per informazioni sui metodi di pulizia)
- f. Usare olio penetrante prima di rimuovere i bulloni.
- g. Proteggere tutte le flange della cassa dall'ossidazione e dai danni meccanici dopo la rimozione. L'uso di grasso, vernice per tracciatura o inibitori di ruggine disponibili in commercio ritarderà l'arrugginimento delle flange, mentre il legno compensato, la masonite o materiali equivalenti contribuiranno a evitare i danni meccanici.
- h. Sbavare le superfici di accoppiamento ed eliminare le sporgenze dal fronte delle flange prima di montare le casse. Le pietre in carburo di silicio e le lime piatte si sono dimostrate efficaci a tale scopo.
- i. Coprire tutte le condutture e le tubature aperte. Non lasciare stracci all'interno delle condutture. Le lamiere o il legno compensato sono coperture efficaci per le condutture di grandi dimensioni, mentre il nastro isolante è adatto a proteggere le tubature.
- j. Non usare mai stringitubi o pinze sui raccordi per tubazioni.
- k. Non riutilizzare le guarnizioni, a meno che questo non sia indicato specificamente nelle relative procedure.
- l. Contrassegnare gli accoppiamenti di condutture, ugelli del combustibile, giunti e cassa per poter ripristinare il corretto orientamento durante il rimontaggio.
- m. Osservare le seguenti precauzioni generali, quando l'unità sia sottoposta al ISPEZIONE PRINCIPALE, durante le verifiche di manutenzione e quando si rilevino le letture dei giochi.
  1. Le letture assiali devono essere rilevate con il rotore posizionato a monte (verso l'entrata del compressore) in contatto con la faccia attiva del cuscinetto reggispira. L'eventuale pressione applicata per muovere il rotore in avanti dovrebbe essere allentata prima di verificare la posizione del rotore o rilevare le misurazioni dei giochi.
  2. Le barre parallele e lo spessimetro, se utilizzati con un'adeguata attenzione ai dettagli, forniscono misurazioni soddisfacenti.  
Al fine di ottenere misurazioni con una precisione adeguata, lo spessore totale della barra parallela e dello spessimetro deve essere misurato con un micrometro.

3. Per effettuare misurazioni è possibile utilizzare calibri a forcilla, purché l'orientamento del calibro sia definito con adeguata attenzione. I calibri a forcilla utilizzati sulle superfici smussate hanno come conseguenza letture imprecise.
  4. L'uso di calibri per conicità non è raccomandato, in quanto l'estremità appuntita del calibro spesso "raggiunge il fondo" della superficie interna curva prima di riuscire a ottenere una lettura precisa. Questo tipo di calibro non dovrebbe essere utilizzato per rilevare i giochi radiali.
  5. Non ruotare mai il rotore dell'unità, mentre quest'ultima sia sottoposta a controlli e verifiche di manutenzione, senza seguire le precauzioni elencate di seguito.
    - a. I cuscinetti reggispira devono essere completamente montati nell'unità.
    - b. Si consiglia di applicare ai perni il lubrificante del sistema di lubrificazione dell'unità.
    - c. Verificare le aree dei giochi vicine per rilevare possibili interferenze e danni dovuti a corpi estranei.
  - n. Per serrare adeguatamente i nuovi raccordi dei collari di arresto Swagelock, aggiustare con precisione il dado manualmente dopo aver pulito le filettature. Quindi serrare il dado fino a quando il collare di arresto non smetta di ruotare.
  - o. Composto anti-grippante
    1. Il composto anti-grippante dovrebbe essere applicato su tutte le filettature della bulloneria, sulle spine di riferimento, le scanalature e gli accoppiamenti scorrevoli (interni ed esterni) del rotore e dello statore, oltre che sulle filettature esterne della bulloneria per il montaggio delle flange delle condutture e dei condotti delle apparecchiature associate, ecc. Applicare anche sui fronti delle flange verticali delle metà superiori della cassa esterna, che possono dover essere rimosse per consentire la manutenzione.
- NOTA**


- L'utilizzo deve essere limitato a una pellicola sottile, in modo che il composto non penetri forzatamente nel circuito gas interno. Qualora ciò avvenga comunque, si dovrà procedere con attenzione alla relativa rimozione, ove possibile.
2. Non applicare il composto anti-grippante sulle filettature delle condutture o dei bulloni all'interno di serbatoi contenenti olio o acqua.
- p. Composto sigillante
  1. Il sigillante Tefloc Sealant X9366 deve essere utilizzato su tutti i collegamenti filettati per getti in ghisa, dopo i filtri di controllo dell'aria e in aree a temperatura superiore a 500 °F. Applicare alle filettature esterne, in modo che il primo filetto sia privo di composto.
  2. Il sigillante Tefloc Sealant X9366 dev'essere usato su tutte le giunzioni filettate delle condutture. La filettatura della conduttura deve essere pulita e priva di materiale estraneo prima di applicare il sigillante Tefloc Sealant X9366, secondo le istruzioni indicate sulla confezione.
- q. Stucco per giunzioni
  1. Lo stucco per giunzioni non deve essere utilizzato su giunzioni lavorate a macchina eccetto che nel seguente modo:

- a. Per le casse di compressore e turbina applicare Perfect Seal solo sulla superficie della giunzione orizzontale e unicamente per un tratto pari a 1 pollice sui due lati della giunzione a 4 vie. Perfect Seal non dovrebbe essere applicato sulla superficie della giunzione verticale.
  - b. Il forma guarnizioni istantaneo Loctite Plastic Gasket deve essere usato su tutte le giunzioni bullonate olio-aria (verticali e orizzontali), non provviste di guarnizioni e sulle aperture dotate di tappo.  
Fra tali casi sono inclusi, senza limitazioni, le sedi dei cuscinetti, i coprigiunti a lubrificazione continua e gli anelli di tenuta per l'olio fissi.  
Il forma guarnizioni istantaneo Loctite Plastic Gasket non dovrebbe essere utilizzato su giunzioni verticali di anelli di tenuta per l'olio fissi non bullonati.
2. Lo stucco per giunzioni non dovrebbe essere utilizzato su giunzioni di lamiera eccetto che nel seguente modo:
- a. La guarnizione a nastro utilizzata tra l'involucro di scarico o i raccordi del plenum dovrebbe essere ricoperta sui due lati con Perfect Seal.
  - b. Il sigillante adesivo siliconico RTV-102 dovrebbe essere utilizzato tra giunzioni prive di guarnizioni di calotte d'ingresso o plenum. Il prodotto si dovrebbe applicare senza interruzioni con una larghezza minima di ,25 pollici, in modo che risulti tangente ai bordi esterni dei fori dei bulloni per flange.
- r. Flange delle condutture
- Non forzare le flange delle condutture per ottenere l'allineamento richiesto. Qualora non sia possibile regolare manualmente le flange, in modo che risultino allineate parallelamente con una differenza non superiore a 1/8 di pollice, si consiglia di sottoporre le condutture a una nuova formatura o sostituirle. Quando le flange sono parallele con la nuova guarnizione installata, si può procedere con l'inserimento manuale dei bulloni. Non forzare le flange con una leva. Utilizzare sui bulloni il composto anti-grippante. Serrare i bulloni in tre fasi, intervenendo di volta in volta su bulloni alternati od opposti.
- s. Coppia di serraggio di bulloni e viti prigioniere
- 1. Prima di applicare la coppia di serraggio, rimuovere il materiale estraneo da bulloni, dadi e superfici della bulloneria.
  - 2. Applicare un composto anti-grippante sulle filettature di bulloni e dadi e sulle superfici portanti.
  - 3. Serrare il bullone o il dado per assicurarsi che le filettature siano libere e quindi ripetere il movimento al contrario, fino a staccare il bullone o il dado dalla superficie. Aggiustare con precisione fino al contatto con la superficie e quindi applicare la coppia di serraggio secondo i valori indicati nella [Tabella 3](#).
  - 4. Se si utilizzano avvitatori a impatto, applicare la coppia di serraggio secondo i valori indicati nella [Tabella 3](#).
- t. Classificazione delle giunzioni
- 1. Per tutte le classi di giunzioni (a tenuta d'olio, d'aria e per rigidità strutturale) con contatto metallo-metallo è necessario determinare il relativo allungamento di bulloni o viti prigioniere, mediante misurazioni micrometriche, chiave torsiometrica o rotazione della testa. Vedere [Tabella 3](#).
  - 2. Per tutte le giunzioni delle guarnizioni è necessario determinare il relativo allungamento di bulloni o viti prigioniere, mediante misurazioni micrometriche o chiave torsiometrica. Vedere [Tabella 3](#).
  - 3. Per garantire giunzioni a tenuta d'aria occorre una percentuale di contatto del 50% sull'area critica. Bave e sporgenze devono essere rimosse prima del montaggio.

4. Per garantire giunzioni a tenuta d'olio, occorre mantenere una linea di contatto continuo, con una larghezza minima di 0,25 pollici, oltre a una percentuale di contatto del 50% sull'area critica. La percentuale di contatto del 50% deve essere distribuita uniformemente sull'area critica. Vedere [Tabella 3](#).

DIAMETRO FILETTATURE	MATERIALE ASTM A437B4B	MATERIALE ASTM A196B16
	Kg.m	Kg.m
n. 8 - 32	0,150÷0,170	0,140÷0,150
n. 10 - 32	0,195÷0,220	0,170÷0,195
1/4 - 20	0,700÷0,830	0,550÷0,700
3/8 - 16	2,35÷2,65	1,90÷2,15
1/2 - 13	5,65÷6,35	4,50÷5,15
5/8 - 11	9,40÷10,50	8,30÷9,40
3/4 - 10	20,25÷222,80	17,85÷20,40
7/8 - 9	27,50÷30,50	23,50÷27,50
1 - 8	48,00÷54,50	41,50÷48,00
1 1/4 - 8	89,50÷101,00	78,00÷89,50
1 1/2 - 8	162÷182	142÷162
1 3/4 - 8		231÷400
2 - 8		351÷400
2 1/4 - 8		525÷576
2 1/2 - 8		700÷798

Tabella 3 - Valori delle coppie di serraggio



#### **NOTA**

NOTA: 1 kg-m = 7,23 piedi per libbra

## **2.2 PROCEDURE DI PULIZIA DEL COMPRESSORE**

[ITN 07831.00](#)

[ITN 07831.01](#)

[ITN 07831.02](#)

[ITN 07831.03\\*\\*](#)

[ITN 07831.04\\*\\*](#)

## **2.3 PROCEDURE DI PULIZIA DEL COMPRESSORE**

Fare riferimento alla seguente pubblicazione: [GEK107551](#)

## 2.4 ATTREZZI SPECIALI- TIPICI DELLA TURBINA A GAS

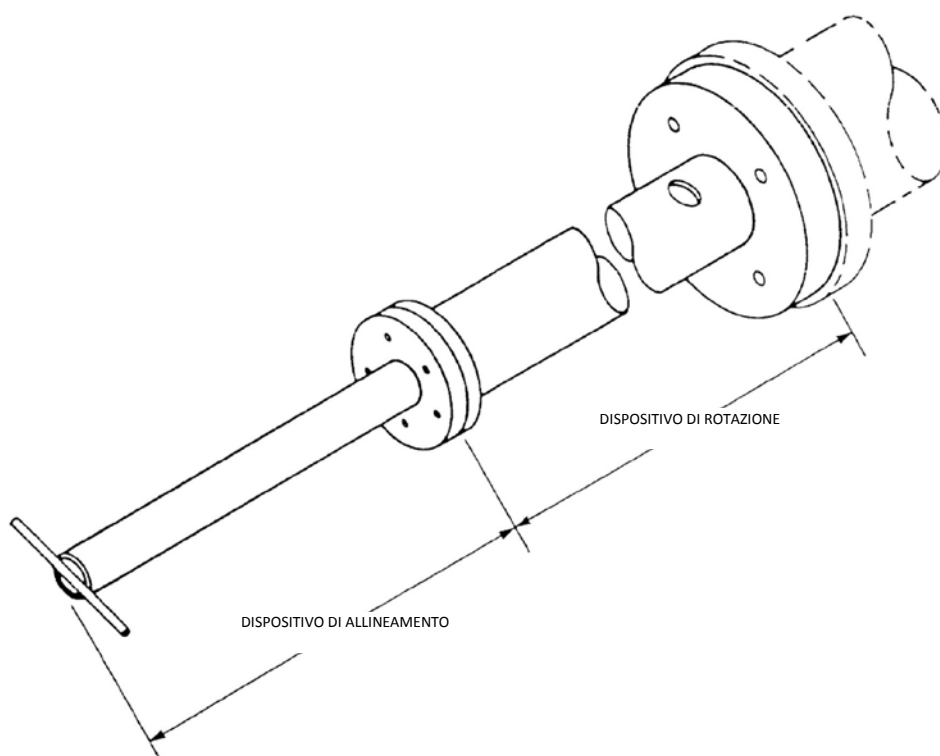


### **NOTA**

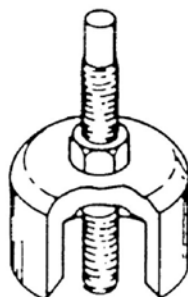
Fare riferimento agli elenchi degli attrezzi, voci A033 e 0104 nel volume Elenchi delle parti e disegni Manuale di assistenza tecnica per l'elenco degli attrezzi previsti nella dotazione della(e) vostra(e) unità.

NOME DELL'ATTREZZO	APPLICAZIONE	Q. TÀ	FIGURA
Dispositivo di allineamento e dispositivo di rotazione turbine	Per rotazione e allineamento del giunto di carico	1	<a href="#">Figura 7</a>
Dispositivo di montaggio	Per ugello variabile secondo stadio - Montaggio del braccio di controllo	1	<a href="#">Figura 8</a>
Staffa di supporto	Per supportare la cassa della turbina	1	<a href="#">Figura 9</a>
Angolare	Per rimozione e montaggio dei cuscinetti	1	<a href="#">Figura 10</a>
Perno di guida	Per smontaggio e rimontaggio della cassa di ammissione	4	<a href="#">Figura 11</a>
Perno di guida	Per smontaggio e rimontaggio della cassa di scarico del compressore e della cassa della turbina	8	<a href="#">Figura 11</a>
Perno di guida	Per smontaggio e rimontaggio della sede del cuscinetto numero 4	4	<a href="#">Figura 11</a>
Perno di guida	Per smontaggio e rimontaggio della cassa di scarico	4	<a href="#">Figura 11</a>
Golfare	Per sollevare la cassa di ammissione	1	<a href="#">Figura 12</a>
Trave a doppio T	Per lo smontaggio della cappa di aspirazione	1	<a href="#">Figura 13</a>
Dispositivo di allineamento	Per allineamento del giunto di carico con l'albero del compressore	1	<a href="#">Figura 14</a>
Dispositivo di allineamento	Per allineamento giunto ausiliario con turbina	1	<a href="#">Figura 15</a>
Staffa, rimozione rotore	Per rimozione rotore	1	<a href="#">Figura 16</a>
Dispositivo di sollevamento pannelli	Per sollevamento pannelli di rivestimento unità	1	<a href="#">Figura 17</a>
Imbracatura a briglie	Da utilizzare per effettuare i sollevamenti dei componenti	1	<a href="#">Figura 18</a>
Piastra di bloccaggio rotore	Per bloccare il rotore della turbina secondo stadio quando disaccoppiato dal carico	1	<a href="#">Figura 19</a>
Trave di sollevamento	Per la rimozione del rotore	1	<a href="#">Figura 20</a>
Insieme adattatore boroscopio	Da utilizzare con boroscopio, mantiene in posizione la sonda del boroscopio	1	<a href="#">Figura 21</a>
Piegatubi	Per piegare tubi da ,50" e ,75"	1	<a href="#">Figura 22</a>
Paranco con carrello (capacità 2 t.)	Per sollevare il rotore bassa pressione	1	<a href="#">Figura 23</a>
Paranco a catena manuale (capacità 1,5 t.)	Per sollevare il rotore bassa pressione	1	<a href="#">Figura 24</a>
Imbracatura a cavo	Per sollevare i componenti	3	<a href="#">Figura 25</a>
Grillo (,75 pollici)	Per sollevare i componenti	6	<a href="#">Figura 26</a>
Caricamento, insieme dei tubi	Per caricare accumulatori idraulici	1	<a href="#">Figura 27</a>
Dispositivo indicatore di precarica	Per verificare la precarica degli accumulatori	1	<a href="#">Figura 28</a>
Chiave a cricchetto valvola di trasferimento	Per il trasferimento di refrigeratori e filtri olio	1	<a href="#">Figura 29</a>

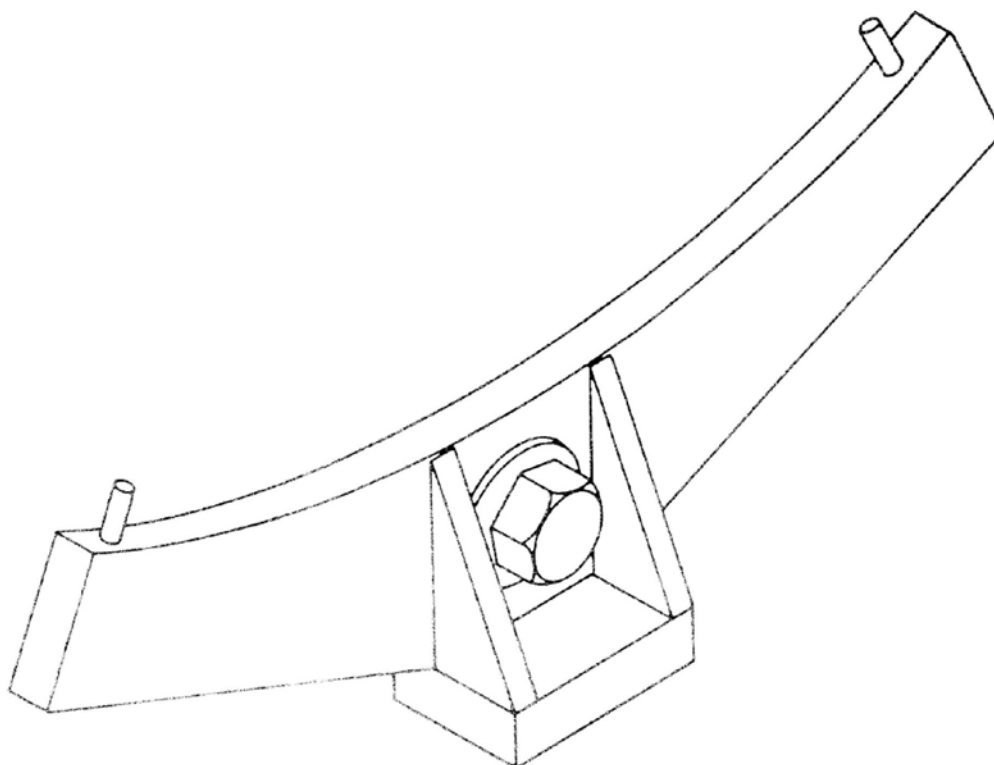
NOME DELL'ATTREZZO	APPLICAZIONE	Q. TÀ	FIGURA
Asta	Per verificare l'interruttore di livello olio lubrificante	1	<a href="#">Figura 30</a>



**Figura 7 - Dispositivo di allineamento e dispositivo di rotazione**

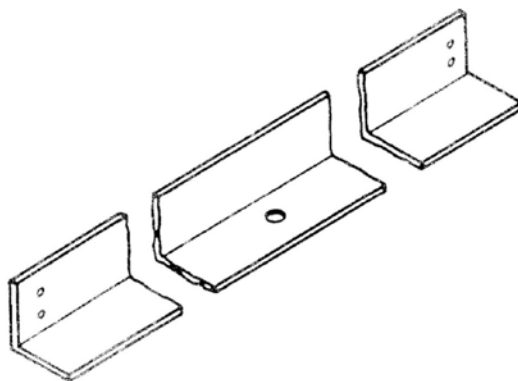


**Figura 8 - Dispositivo di montaggio**

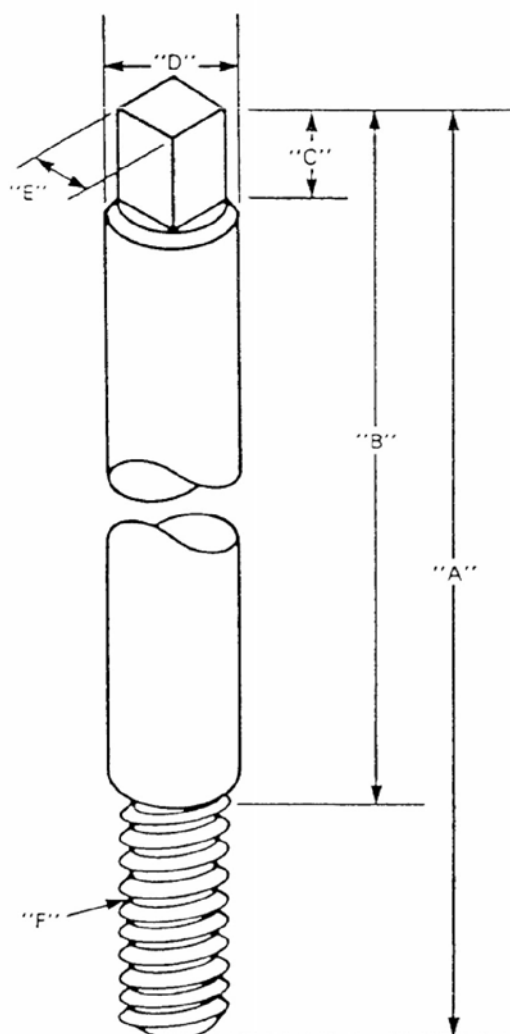


**Figura 9 - Staffa di supporto**



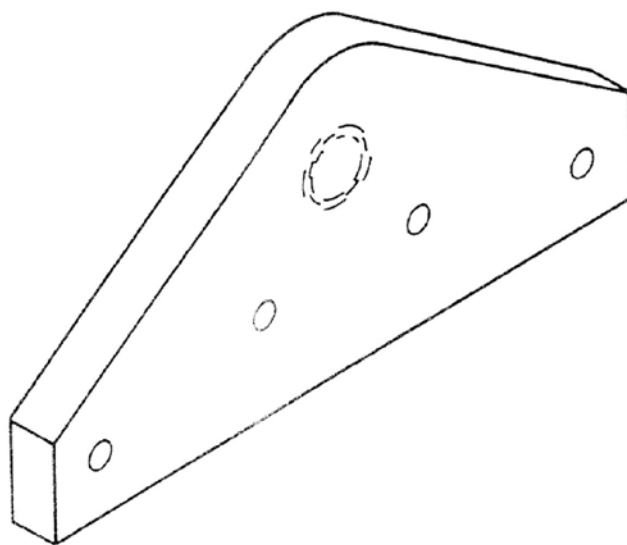


**Figura 10 - Angolare**

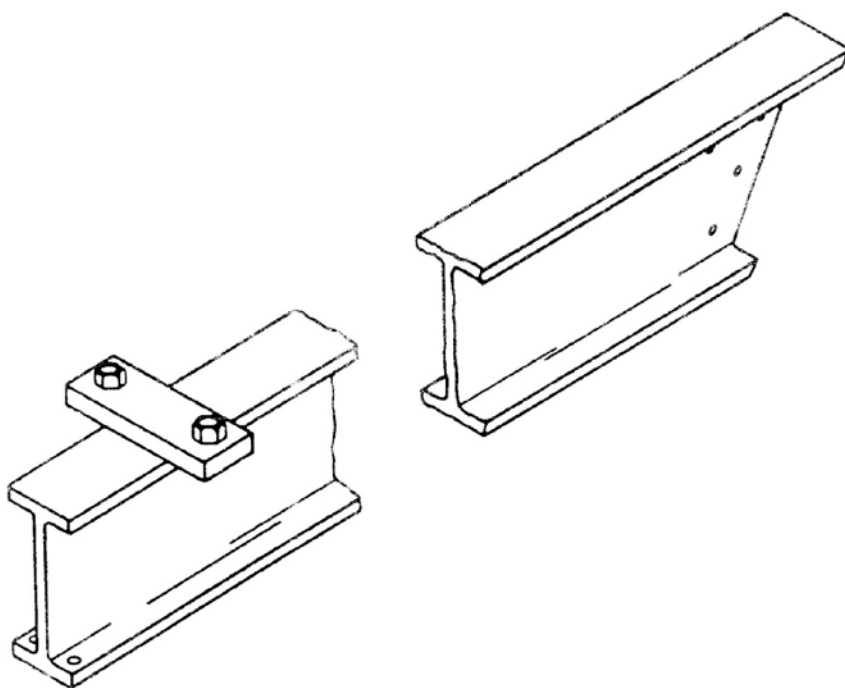


N. art.	Dim. A	Dim. B	Dim. C	Diametro D	Dim. E	Filettatura F
1	8.24	7.00	1.00	0.750	0.44	0.750-10-2A
	8.18	6.94	0.94	0.740	0.42	
2	8.50	7.00	1.00	1.060	0.62	1.00-8-2A
	8.44	6.94	0.94	1.050	0.60	
3	4.24	3.00	0.74	0.810	0.44	0.750-10-2A
	4.18	2.94	0.68	0.800	0.421	
4	8.50	7.00	1.00	1.190	0.62	1.00-8-2A
	8.44	6.94	0.94	1.180	0.60	

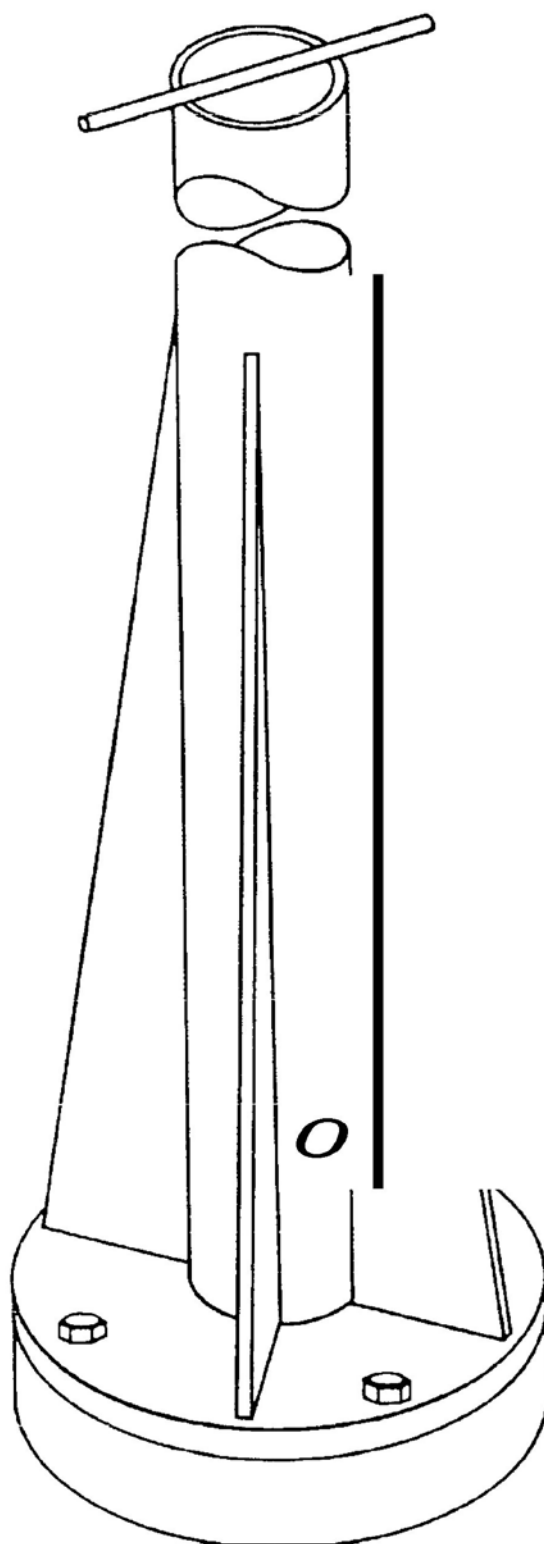
**Figura 11 - Perno di guida**



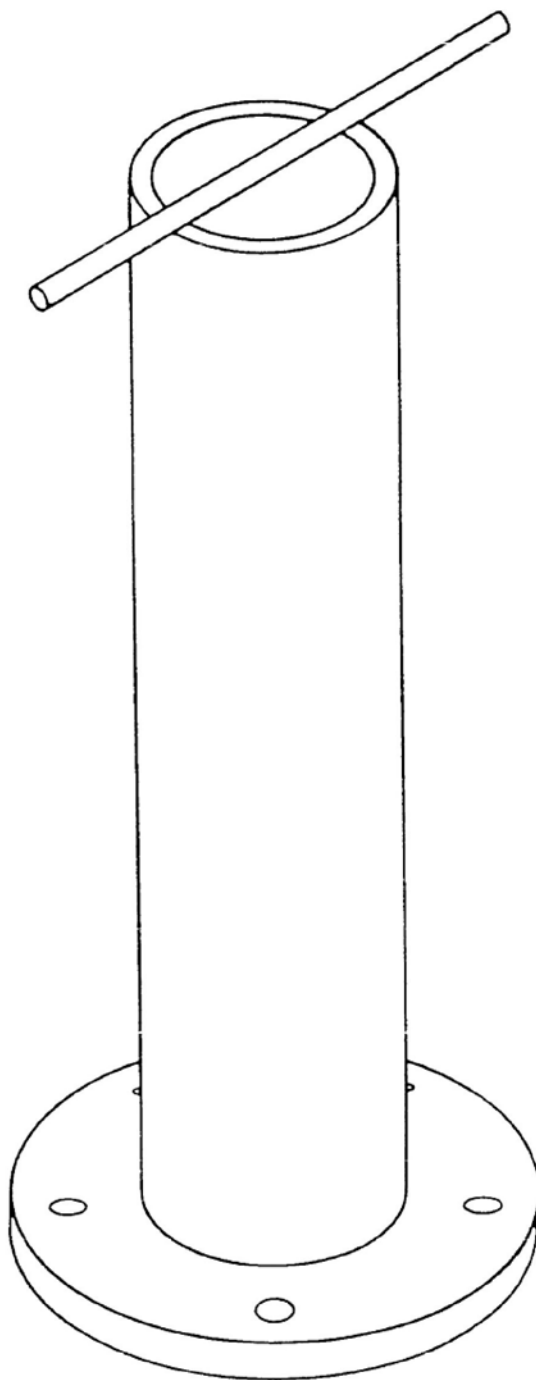
**Figura 12 - Golfare**



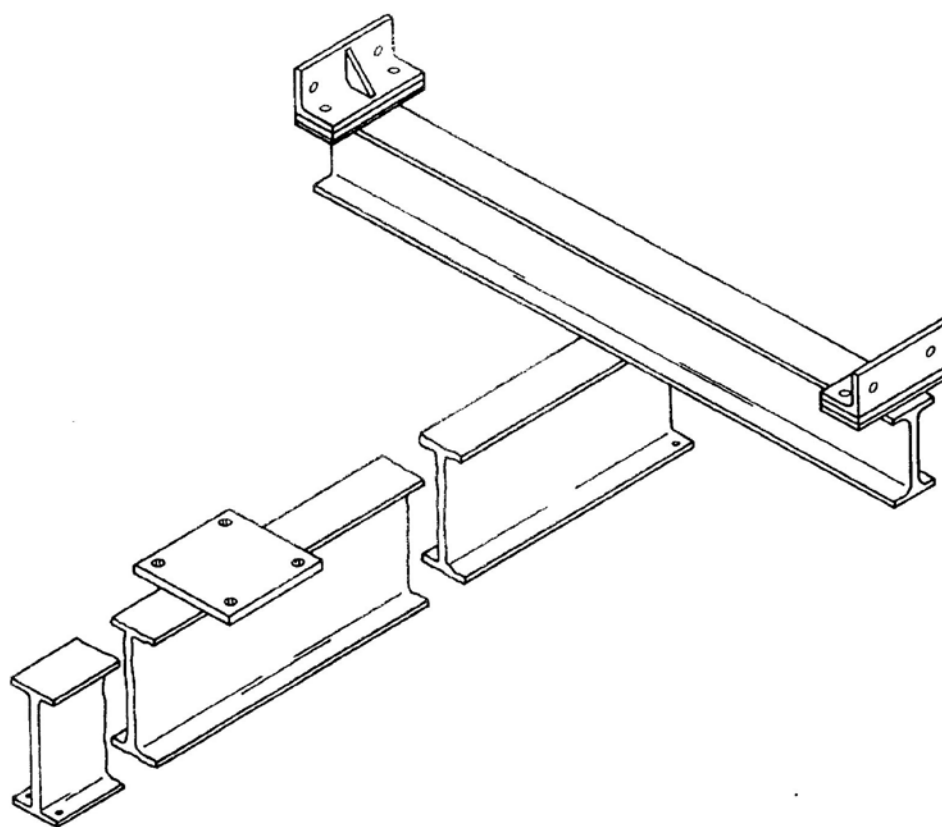
**Figura 13 - Trave a doppio T**



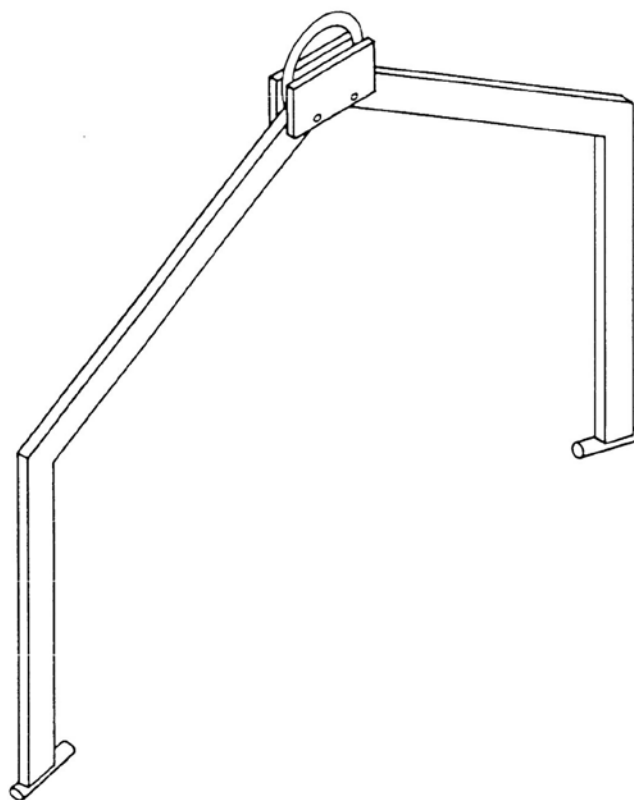
**Figura 14 - Dispositivo di allineamento**



**Figura 15 - Dispositivo di allineamento**

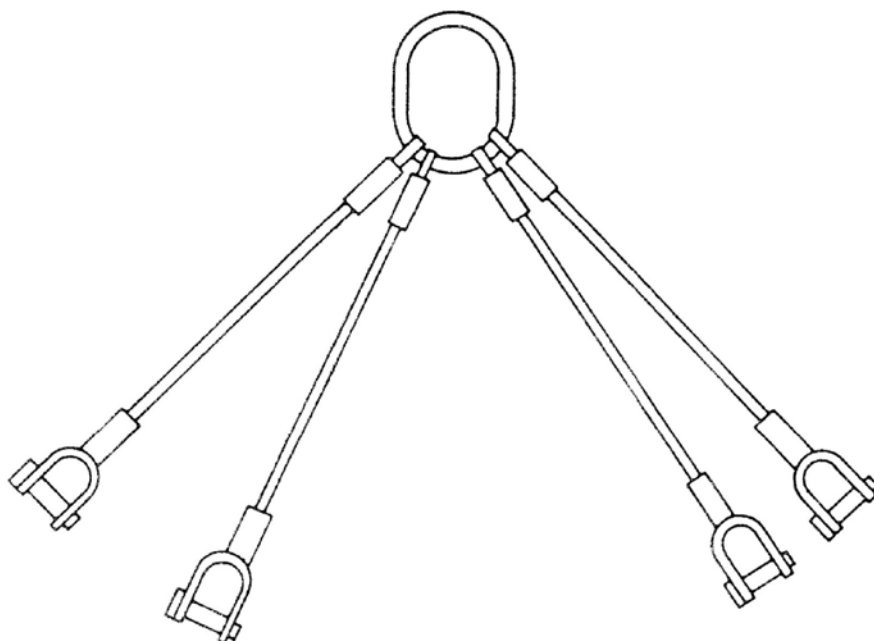


**Figura 16 - Staffa Rimozione rotore**

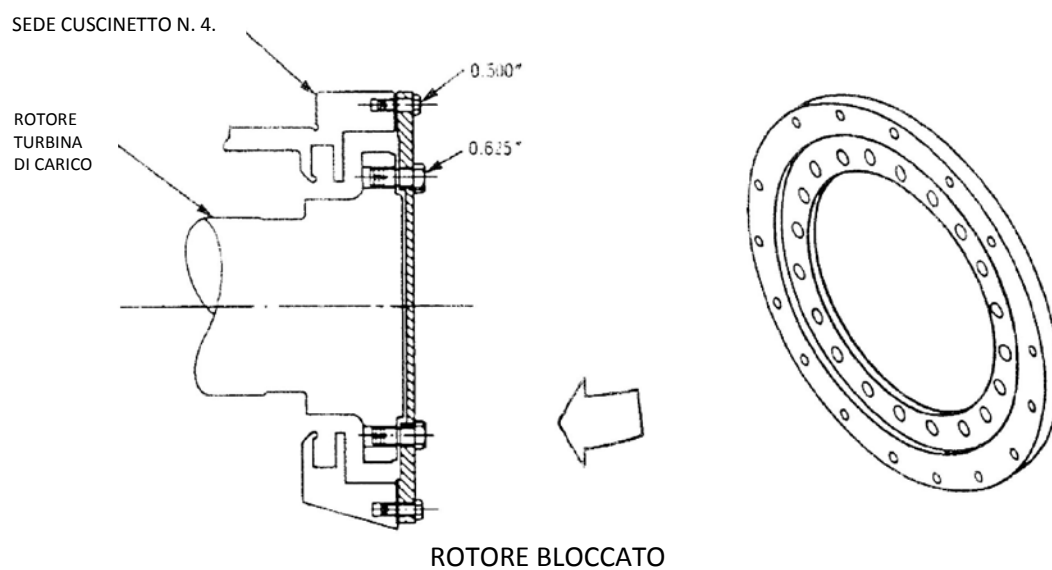


**Figura 17 - Dispositivo sollevamento pannelli**

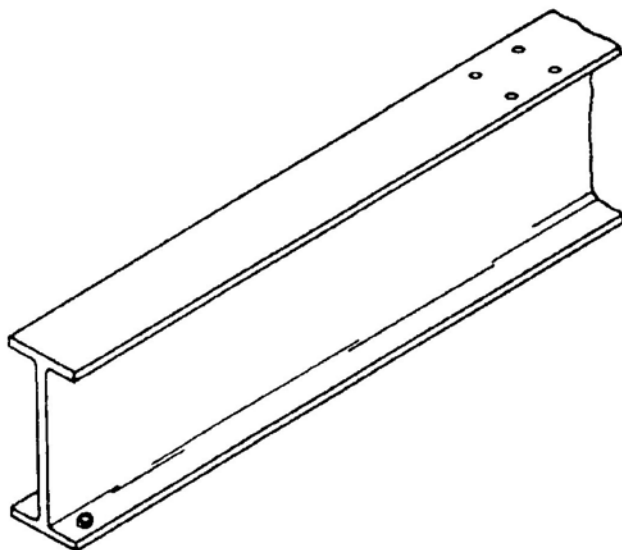




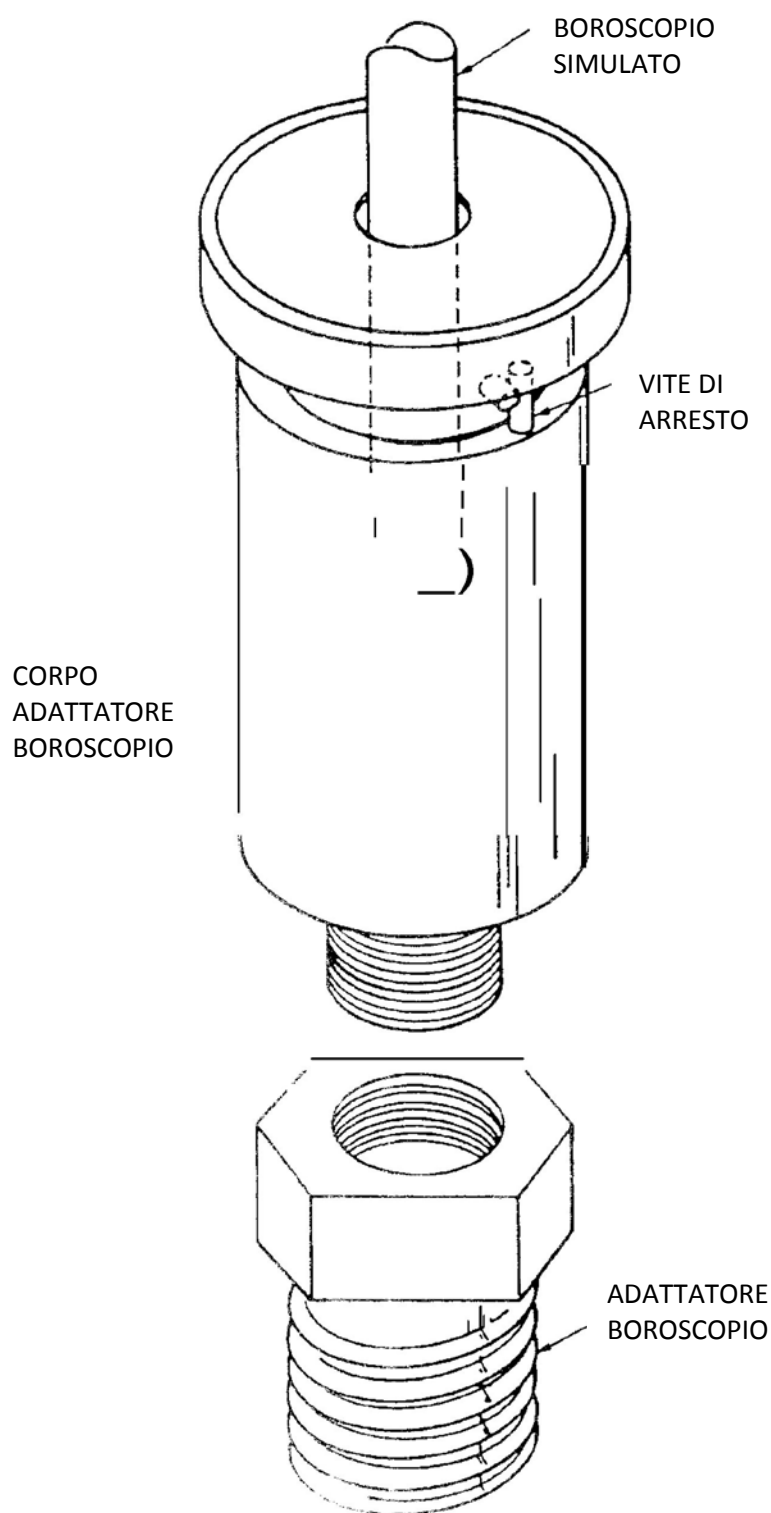
**Figura 18 - Imbracatura a briglie**



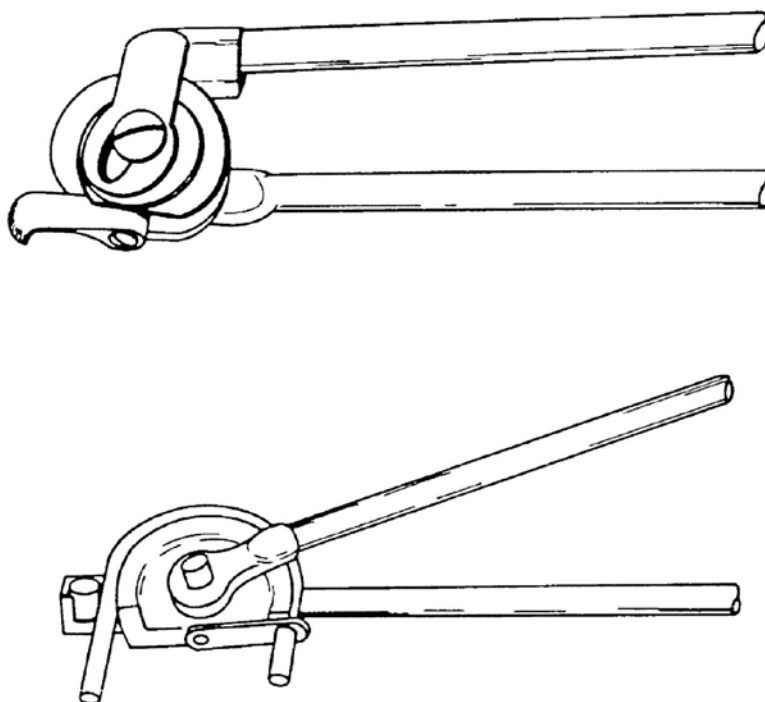
**Figura 19 - Insieme piastra di bloccaggio rotore**



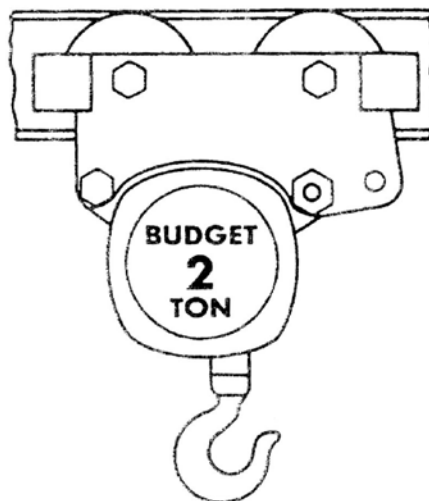
**Figura 20 - Trave di sollevamento**



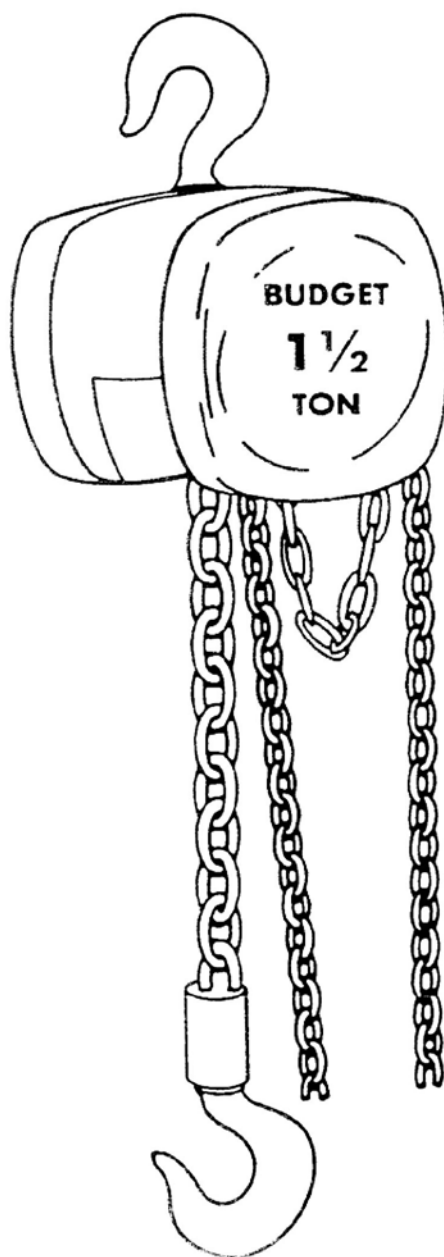
**Figura 21 - Insieme adattatore boroscopia**



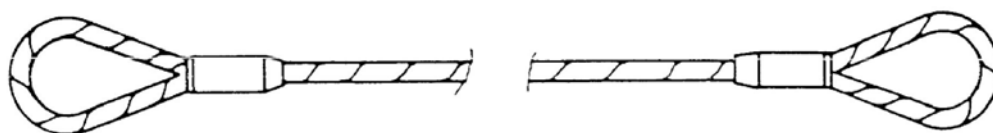
**Figura 22 - Piegatubi**



**Figura 23 - Paranco con carrello**



**Figura 24 - Paranco a catena manuale**

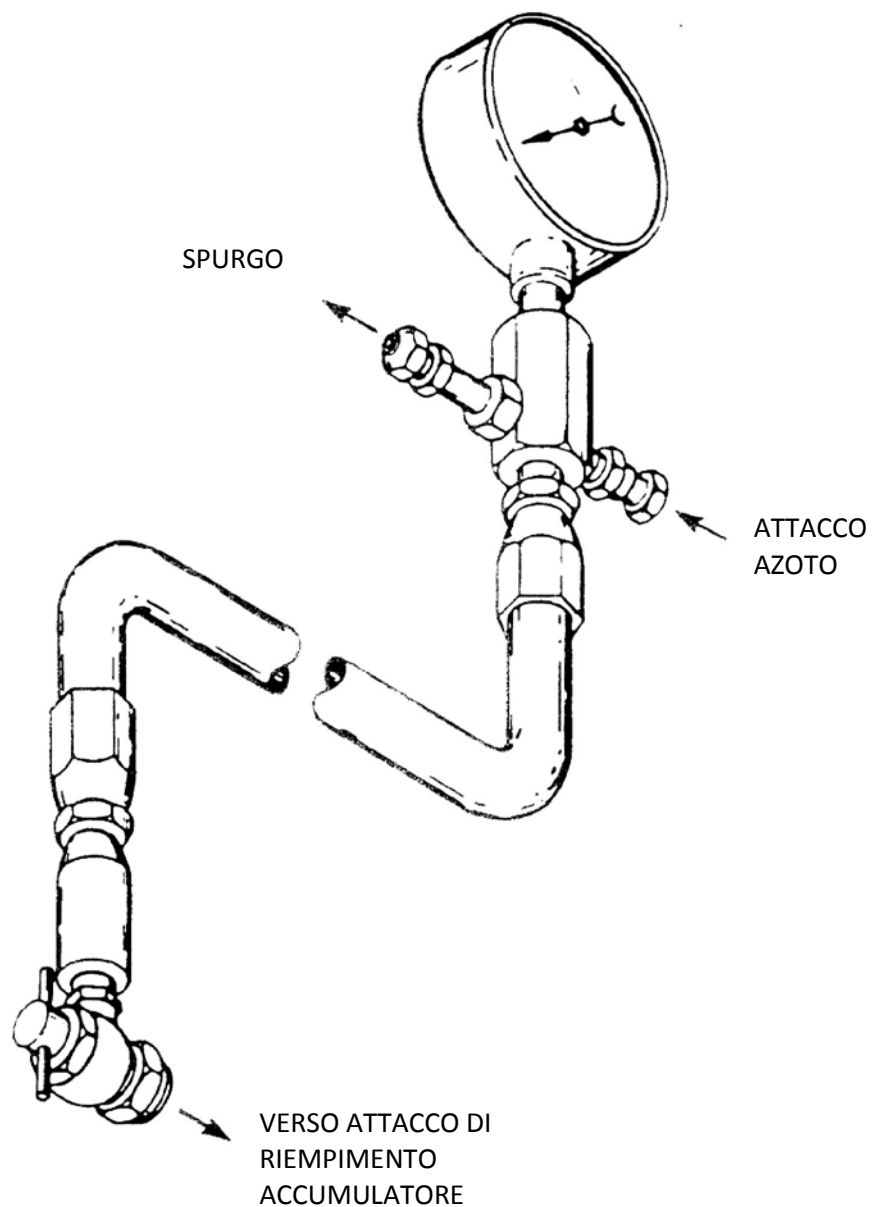


**Figura 25 - Imbracatura a cavo**

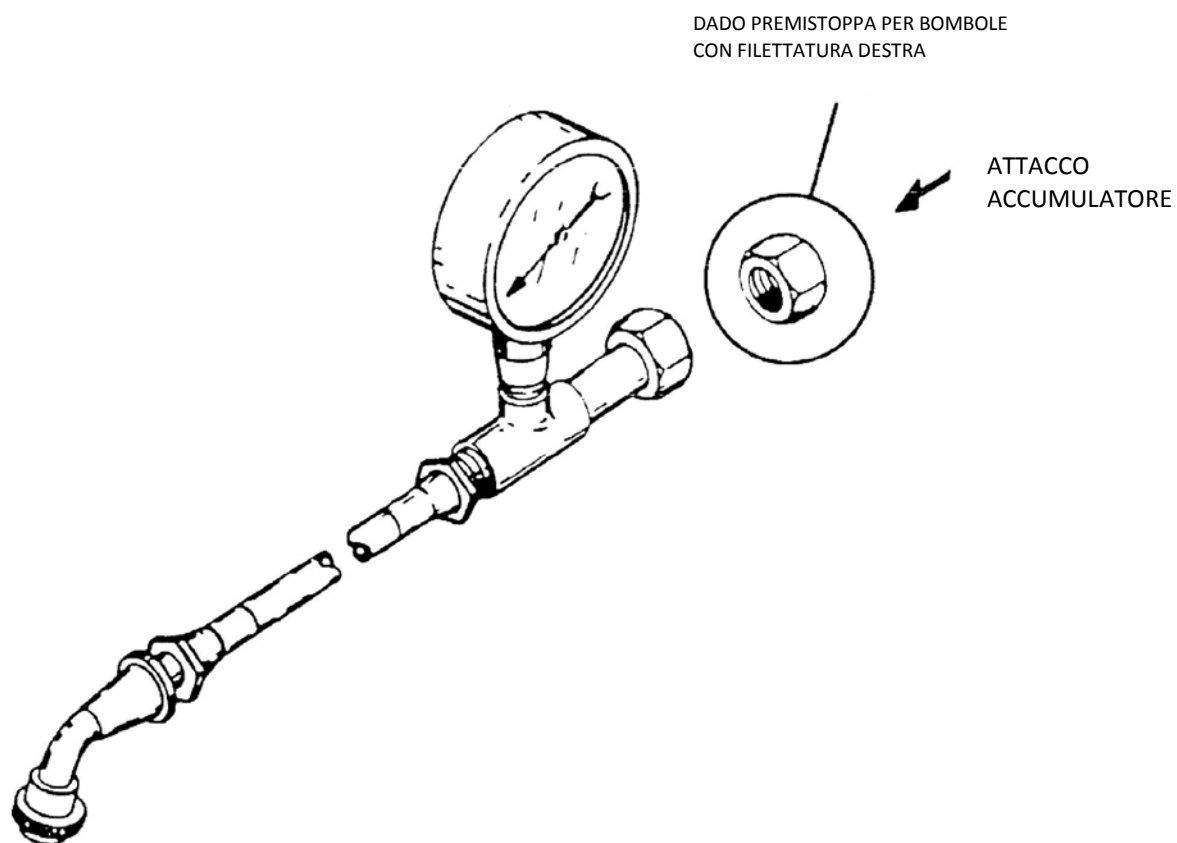




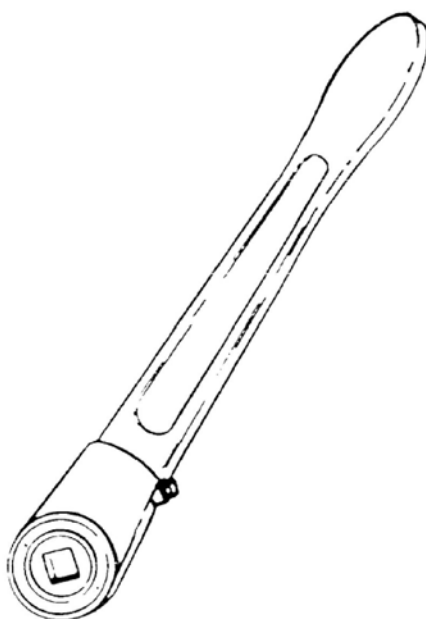
**Figura 26 – Grillo di ancoraggio**



**Figura 27 - insieme tubi di caricamento**



**Figura 28 - Dispositivo indicatore di precarica**



**Figura 29 - Chiave a cricchetto valvola di trasferimento olio lubrificante**



**Figura 30 - Asta**

### 3 REQUISITI DI MANUTENZIONE, CONTROLLO E STOCCAGGIO PER I TUBI FLESSIBILI DI METALLO DEL PACKAGE DELLA TURBINA A GAS

#### 3.1 LINEE GUIDA SU MANUTENZIONE E CONTROLLI PER I TUBI FLESSIBILI DI METALLO

La manutenzione dei Tubi flessibili di metallo (Flexible Metal Hoses: FMHs) deve essere eseguita nell'ambito delle attività di manutenzione pianificate per la Turbina a gas (Gas Turbine: GT).

Al fine di garantire l'integrità dei tubi flessibili di metallo è necessario effettuare i seguenti controlli:

- a. I tubi flessibili di metallo per gas devono essere controllati ogni volta che siano smontati per la manutenzione della turbina a gas. I controlli richiesti e i relativi criteri di accettabilità sono: I tubi flessibili di metallo per gas devono essere controllati ogni volta che siano smontati per la manutenzione della turbina a gas. I controlli richiesti e i relativi criteri di accettabilità sono:

- Controllo visivo esterno per valutare la consistenza della treccia. La treccia non deve mostrare ammaccature o fili spezzati.
- Controllo interno con l'uso del boroscopio per verificare che il tubo flessibile di metallo sia privo di corrosione. Non sono consentite tracce di ammaccature o vaiolature.
- Prova pneumatica di tenuta con elio a 6 Bar. Non sono consentite perdite.

Ogni volta che i tubi flessibili di metallo per gas evidenzino tracce di perdite e/o vaiolatura durante un controllo programmato della turbina a gas, si raccomanda decisamente di contattare il Servizio di assistenza tecnica di GE Oil & Gas, in modo da eseguire una valutazione tecnica delle cause alla radice riguardanti le anomalie riscontrate, definendo intervalli di controllo specifici.

I tubi flessibili di metallo direttamente collegati alla cassa della turbina devono essere sostituiti ogni 5 anni ovvero in occasione del quinto smontaggio, in base a quale dei due eventi si verifichi prima.

I tubi flessibili di metallo non direttamente collegati alla cassa della turbina possono essere mantenuti in esercizio, fintantoché i controlli descritti vengano superati con successo. Qualora non sia possibile eseguire i controlli descritti, i tubi flessibili di metallo dovranno essere sostituiti ogni 5 anni.

- b. I tubi flessibili di metallo per **combustibile liquido e olio ad alta pressione** devono essere controllati ogni volta che siano smontati per la manutenzione della turbina a gas. I controlli richiesti e i relativi criteri di accettabilità sono:

- Controllo visivo esterno per valutare la consistenza della treccia. La treccia non deve mostrare ammaccature o fili spezzati.
- Controllo interno con l'uso del boroscopio per verificare che il tubo flessibile di metallo sia privo di corrosione. Non sono consentite tracce di ammaccature o vaiolature.

Ogni volta che i tubi flessibili di metallo per combustibile liquido e olio ad alta pressione evidenzino tracce di danni e/o vaiolatura durante un controllo programmato, si raccomanda decisamente di contattare il Servizio di assistenza tecnica di GE Oil & Gas, in modo da eseguire una valutazione tecnica delle cause alla radice riguardanti le anomalie riscontrate, definendo intervalli di controllo specifici.

I tubi flessibili di metallo direttamente collegati alla cassa della turbina devono essere sostituiti ogni 5 anni ovvero in occasione del quinto smontaggio, in base a quale dei due eventi si verifichi prima.

I tubi flessibili di metallo non direttamente collegati alla cassa della turbina possono essere mantenuti in esercizio, fintantoché i controlli descritti vengano superati con successo. Qualora non sia possibile eseguire i controlli descritti, i tubi flessibili di metallo dovranno essere sostituiti ogni 5 anni.

- c. I tubi flessibili di metallo per tutti gli altri usi devono essere controllati ogni volta che siano smontati per la manutenzione della turbina a gas. I controlli richiesti e i relativi criteri di accettabilità sono:
- Controllo visivo esterno per valutare la consistenza della treccia. La treccia non deve mostrare ammaccature o fili spezzati.

**AVVERTENZA**

NON È CONSENTITA LA RIPARAZIONE DEI TUBI FLESSIBILI DI METALLO

### **3.2 LINEE GUIDA SU MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO PER I TUBI FLESSIBILI DI METALLO**

Occorre prestare particolare attenzione alle operazioni di installazione, rimozione e stoccaggio dei tubi flessibili di metallo, al fine di evitare danni meccanici come abrasioni, schiacciamenti, piegature eccessive, ecc., che potrebbero compromettere l'integrità del tubo.

Il raggio minimo di curvatura consentito in esercizio è indicato nei disegni dei tubi. Il raggio minimo di curvatura durante le attività di montaggio/smontaggio è il seguente:

- 75% del valore indicato nel disegno per tubi non armati;
- 85% per tubi armati.

Prima della rimozione, i tubi flessibili di metallo e le relative flange di accoppiamento dovrebbero essere marcati (con una marcatura permanente), per identificare chiaramente l'ubicazione e l'orientamento dell'installazione. I tubi flessibili di metallo non devono mai essere lasciati sospesi a una estremità.

In occasione di ogni intervento di manutenzione sulla Turbina a gas, i tubi flessibili di metallo, staccati a una estremità, devono essere rimossi completamente oppure assicurati, in modo che non permangano in una condizione di forte deformazione. Le istruzioni di cui sopra devono essere seguite anche durante le operazioni di stoccaggio delle parti di ricambio. I tubi flessibili di metallo devono essere sostituiti ogni volta che vengano rilevati danni

## 4 MANUTENZIONE DEI SISTEMI AUSILIARI E DI CONTROLLO

Le procedure di manutenzione raccomandate in questa sezione si applicano all'installazione di un tipico package per impianto di potenza e non fanno riferimento a un particolare modello di attrezzature per impianti.

La presente sezione è suddivisa in due sottosezioni: il Programma di controlli periodici seguito dalle Procedure di controllo e manutenzione. Sebbene gli argomenti delle due sottosezioni siano impostati secondo lo stesso ordine generale, non tutti gli ausiliari elencati nel Programma di controlli sono riportati nelle Procedure di manutenzione. Solo gli ausiliari per cui sia richiesta particolare cura, o che non siano menzionati nelle istruzioni del fabbricante, sono riportati nella relativa parte di testo.

Gli ausiliari soggetti a manutenzione ordinaria, come calibri, interruttori, valvole, filtri, ecc., sono stati raggruppati sotto un'unica intestazione in ogni sottosezione. Proseguendo secondo lo stesso criterio, gli ausiliari sono stati raggruppati per sistema e principali categorie di apparecchiature.

Nel Programma di controlli periodici la colonna "Controllo" elenca tutti i sistemi, componenti e dispositivi della turbina a gas e del generatore, per cui siano richiesti controlli. Nella colonna "Oggetto e motivo del controllo", in relazione a ciascun articolo da controllare sono elencati punti particolari, come possibili condizioni difettose da accertare e correggere.

Per i settaggi di temperatura e pressione, portata, dati sulla taratura, ecc., oltre a informazioni dettagliate sul controllo e la manutenzione dei dispositivi elencati, il lettore dovrebbe anche fare riferimento ai seguenti documenti del Manuale di assistenza tecnica in oggetto:

Schema delle condutture	Disegni di riferimento del volume Ordine del presente manuale
Elenco degli strumenti di campo	Disegni di riferimento del volume Ordine del presente manuale
Specifiche di controllo	Disegni di riferimento del volume Ordine del presente manuale
Pubblicazioni sulle apparecchiature	Volume Apparecchiature ausiliarie e strumentazione del presente Manuale

Tabella 5 - POTENZIALI MODALITÀ DI AVARIA DEI COMPONENTI PARTI CALDE

La colonna "Riferimenti", nel Programma di controlli, fa riferimento alle pagine del testo, atte a fornire informazioni dettagliate su dispositivi, insiemi o sistemi sottoposti a controllo. Tale colonna fa anche riferimento a pubblicazioni, emesse da General Electric Company, come integrazione alle informazioni presenti nel testo. Le pubblicazioni di cui sopra possono essere reperite nelle schede di sistema della sezione Pubblicazioni sulle apparecchiature del Manuale di assistenza tecnica.

La colonna "Frequenze dei controlli e stato della turbina" specifica, mediante abbreviazioni, la frequenza con cui debba essere controllato un dispositivo o insieme e se la turbina possa funzionare o meno durante tali controlli. Le lettere a sinistra indicano la frequenza, mentre a destra è specificato lo stato della turbina. Segue un elenco delle abbreviazioni utilizzate:



D -	Controllo giornaliero
W -	Controllo settimanale
M -	Controllo mensile
Q -	Controllo trimestrale
SA -	Controllo semestrale
CI -	Controllo della combustione
A -	Controllo annuale
HGP -	Controllo parti calde
Maj -	Revisione principale
Yrs. -	Anni
O -	Turbina in funzione
S -	Turbina in arresto

Le frequenze dei controlli raccomandate e gli stati della turbina, specificati in questa colonna, sono rappresentativi per l'installazione media di un impianto di potenza e includono stazioni in funzionamento sia di picco sia continuo. Tali dati non mirano a coprire tutte le tipologie delle apparecchiature fornite e possono variare in base alle condizioni ambientali della stazione. (In alcuni casi l'arresto può essere raccomandato unicamente in via precauzionale, per evitare possibili lesioni fisiche del personale addetto alla manutenzione, in quanto il componente o dispositivo potrebbe essere ubicato in un'area pericolosa).

Desideriamo che le presenti istruzioni siano utilizzate come ausilio per la preparazione di un programma di manutenzione individuale per ogni acquirente, con il supporto dei Referenti di zona per l'assistenza tecnica di General Electric Company.

## 4.1 PROGRAMMA DI CONTROLLI PERIODICI

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FRQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
AUSILIARI SOGGETTI A MANUTENZIONE ORDINARIA			
STRUMENTAZIONE			
Pressostati e calibri			3-25
	Danni	D - O	
	Lettura in Errore	D - O	
	Taratura	A - S	
Termometri (a quadrante)			3-25
	Danni	D - O	
	Lettura in Errore	D - O	
	Taratura	A - S	
Flussometri Vibrazione			3-25
	Perdite da cordoli di saldatura e	D - O	
	Taratura	A - S	
Sensori di livello del liquido			3-25
	Lettura stabile	D - O	
	Montaggio - fissare	A - S	
Indicatori Speedtronic			3-25
	Lettura in Errore	D - O	
	Punto di intervento alto - basso	A - S	
Indicatori Speedtronic			3-25
	Lettura in Errore	D - O	
	Punto di intervento alto - basso	A - S	
Contatori			3-26
	Danni	D - O	
	Lettura zero	A - S	
	Taratura	A - S	
DISPOSITIVI DI CONTROLLO			
Interruttori termici			3-26
	Settaggio taratura tempo di eccitazione e diseccitazione	A - S	
Termostati			3-26
	Settaggio taratura	A - S	
Valvole di regolazione della pressione (VPR)			3-26
	Perdita da guarnizione premistoppa	M - O	
	Settaggio scorretto	D - O	
Valvole di regolazione della temperatura (VTR)			3-27
	Perdita da guarnizione premistoppa	M - O	
APPARECCHIATURE IDRAULICHE/MECCANICHE			
	Settaggio scorretto	D - O	
Valvole di sicurezza			3-28
	Vibrazioni e perdite	M - O	

CONTROLLO DEL CONTROLLO	OGGETTO E	MOTIVO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
	Settaggi		A - S	
Elettrovalvole				3-28
	Perdita		M - O	
	Funzionamento corretto		A - S	
Orifizi				3-28
	Erosione o corrosione		A - S	
	Intasamento, deterioramento orifizi		A - S	
	Spigoli taglienti o smussatura irregolare		A - S	
Valvole di ritegno				3-28
	Perdita		SA - S	
	Corrosione		3 anni - S	
Vagli, gas/liquido				
	Sporcizia, scorie		SA - S	
Filtri, lubrificante e combustibile				3-29
	15 psi massimo $\Delta P$		D - O	
	Perdite da cordoli di saldatura e giunzioni		M - O	
	Elemento sporco	SA - S o come necessario		
Filtro alimentazione idraulica				3-30
	60 psi massimo $\Delta P$		D - O	
	Perdite da cordoli di saldatura e giunzioni		M - O	
	Elemento sporco		SA - S	
Filtri aria (valvola di estrazione aria)				3-30
	Accumulo di umidità		M - O	
	Filtro sporco		SA - S	
RISCALDAMENTO RAFFREDDAMENTO E VENTILAZIONE*				
Condizionatori d'aria				3-30
	Filtro sporco		W - O/S	
	Settaggio inadeguato del termostato		W - O/S	
	Serpentina di raffreddamento sporca		A - O/S	
Riscaldatore				3-30
	Funzionamento inadeguato		A - O	
	Elementi riscaldanti sporchi, pale e feritoie di ventilazione		A - S	
	Settaggio inadeguato del termostato		A - O	
Ventilatori vano accessori e turbina				3-31
	Usura eccessiva della girante		A - S	
	Vibrazione		A - O	
	Pulizia		A - S	
	Sicurezza di montaggio di hardware, ecc.		A - S	
MOTORI, GIUNTI MOTORI E POMPE				
Motori				3-31

CONTROLLO CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Giunti motore e pompa	Vibrazione eccessiva	A - O	
	Feritoie di ventilazione e griglie sporche	A - O	
	Bulloni di montaggio e collegamenti elettrici allentati	A - S	
	Sporcizia su avvolgimenti, anelli collettori, commutatore, supporto spazzole	A - S	
	Condizione delle spazzole	A - S	
	Bulloni e tappi di chiusura del grasso allentati, tracce di usura	A - S A - S	
SISTEMI DI CONDUTTURE DELL'UNITÀ (combustibile, olio, aria, acqua)			3-32
Condutture e valvole			
	Perdita	D - O	
	Hardware, supporti pendenti e morsetti allentati	M - O	
	Supporti spezzati	M - O	
	Vibrazione	M - O	
	Funzionamento inadeguato della valvola	M - O	
	Guarnizione premistoppa della valvola allentata	M - O	
AUSILIARI MANUTENZIONE SISTEMI			
SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE			
Pompe olio lubrificante			3-32
	Rumore eccessivo	M - O	
	Gioco dell'anello di usura	Maj - S	
	Usura cuscinetto reggispinta	Maj - S	
	Usura guarnizione cuscinetto	Maj - S	
Serbatoio olio lubrificante			3-32
	Spellatura vernice	A - S	
	Hardware, raccordi allentati su condutture e tubazioni interne	Maj - S	
	Hardware allentato o mancante su supporti pendenti e morsetti delle condutture	Maj - S	
	Hardware allentato presso ingressi pompe	Maj - S	
	Presenza di morchia e sostanze estranee insolite sul fondo del serbatoio	Maj - S	
Proprietà dell'olio lubrificante			3-32
	Proprietà fisiche anomale di un campione di lubrificante raccolto dai serbatoi e presenza di sostanze contaminanti	M - S/O	
Scambiatori di calore			3-32
	Funzionamento inadeguato	M - O	
	Perdita	M - O	
	Acqua contaminata	M - O	
	Intasamento di tubi non stagni	3 anni - S	

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Insiemi radiatori e collettori principali*			3-33
	Perdite da cordoli di saldatura e giunzioni	M - O	
	Corrosione ed erosione di alette e tubi	M - O	
	Parti danneggiate		
	Pulizia	M - O	
		A - S	
Riscaldatori a immersione per olio lubrificante			3-33
	Funzionamento inadeguato	M - O	
Giunti per tubi non filettati			3-33
	Perdita d'olio	D - O	
	Fragilità delle guarnizioni	A - S	
IMPIANTO IDRICO			
Verifiche del sistema di raffreddamento			3-34
	Sistema incrostato con sostanze contaminanti	Maj - S	
	Flusso d'acqua inadeguato	Maj - O	
	Flusso non corretto in funzione del calo di pressione	Maj - S	
Serbatoio acqua*			3-35
	Tracce di perdite dal serbatoio	A - S	
	Settaggio inadeguato del tappo a pressione	3 anni - S	
	Condizioni scadenti della guarnizione del tappo e della superficie della guarnizione	M - O	
	Bocchettone danneggiato	A - S	
	Sporcizia all'interno del serbatoio	A - S	
Protezione antigelo			
	Concentrazione inadeguata	A - S	
Modulo ventilatore radiatore acqua di raffreddamento*			3-36
	Alloggiamento girante, condotti e griglie sporchi	A - S	
	Rumore per vibrazioni eccessive	A - O	
	Pale danneggiate	A - S	
	Bulloni di montaggio allentati	A - S	
	Flusso d'aria ostruito	A - S	
	Ruggine, corrosione e spellatura	A - S	
Pompa acqua di raffreddamento a ingranaggi			3-36
	Perdita da guarnizione dell'albero	M - O	
		A - S	
	Guarnizione albero, condotto acqua di		
	Gioco eccessivo dell'anello di usura	Maj - S	
	Usura eccessiva della guarnizione meccanica	Maj - S	
SISTEMA DI MANDATA DEL COMBUSTIBILE LIQUIDO*			
Pompa centrifuga			3-36

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	CONTROLLO FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Riscaldatore combustibile e interruttori termici (23FH 26FH)	Pressione di scarico inadeguata	M - O	3-37
	Rumore insolito o eccessivo, grippaggio o sfregamento dell'albero	M - O	
	Vibrazione eccessiva, accoppiamento albero allentato	M - O	
	Perdita di olio presso la giunzione della cassa	M - O	
		M - O	
	Guarnizione interna sporca condotto olio e raccordi	A - S	
Condutture di mandata del combustibile	Cirouteria difettosa	A - O	3-37
	Elemento riscaldante difettoso	A - O	
	Settaggio inadeguato interruttore termico combustibile	A - O	
SISTEMA COMBUSTIBILE*	Vibrazione eccessiva	M - O	3-37
	Perdite da condutture e giunzioni	M - O	
	Supporti spezzati	M - O	
Valvola di blocco	Perdite esterne	D - O	3-37
	Funzionamento irregolare	SA - O	
	Movimento rallentato di apertura/chiusura	SA - S	
	Scatto con perdita di olio idraulico	SA - S	
Pompa combustibile principale			3-37
	Perdita da guarnizione dell'albero	M - O	
Divisore di flusso			3-37
	Perdita, rumore anomalo	M - O	
	Differenziale pressione di scarico	D - O	
	Fissare sensori (pickup) di velocità	A - O	
Valvola selettiva per ugello del combustibile			3-37
	Funzionamento inadeguato del gambo (valvola)	M - O	
	Perdita presso gli attacchi	M - O	
Valvola di scarico falsa partenza			3-38
	Sequenziamento errato durante avviamento e arresto	A - O	
	Funzionamento inadeguato attuatore valvola	A - O	
	Perdite aria e olio	D - O	
SPEEDTRONIC	Diaframma usurato nell'attuatore valvola	A - S	

CONTROLLO CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Loop di controllo	Flusso instabile, avviamenti a caldo, sovratemperatura	D - O	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo e Specifiche di controllo
	Taratura VCE (tensione di saturazione) in funzione di flusso combustibile LVDT (trasformatori variabili differenziali lineari)	A - S	
	Azionamento elettronico per scatto elettrovalvola 20FL	SA - S	Istruzioni e sequenze operative
	Verifica elettrovalvola 20FL per polarizzazione zero corretta	SA - S	
	Reazione LVDT a velocità di funzionamento in funzione di VCE	A - O	
SISTEMA A GAS COMBUSTIBILE			
Valvola di controllo gas			3-38
	Perdita di gas sul gambo (valvola), deflusso e scarico o sfiato delle guarnizioni premistoppa	M - O	
	Perdita guarnizione asta cilindro idraulico	M - O	
	Funzionamento irregolare	SA - S	
	Funzionamento inadeguato del relè di scatto	SA - S	
	Danno superfici di controllo di otturatore e sede della valvola	Maj - S	
	Scatto con perdita di olio idraulico	SA - S	
SPEEDTRONIC			
Loop di controllo	Valvola instabile, movimento rallentato, corsa fuori specifica, P2 in errore	D - O	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo e Specifiche di controllo, Istruzioni e sequenze operative
	Taratura, VCE in funzione di corsa, valvola di controllo gas	A - S	
	Valvola di rapporto velocità/velocità P2, taratura trasduttore P2, taratura LVDT	A - S	
	Azionamento elettronico per scatto elettrovalvola 20FG	SA - S	
	Verifica elettrovalvola 20FG per polarizzazione zero corretta	SA - S	
ALIMENTAZIONE IDRAULICA SISTEMA DI CONTROLLO OLIO AD ALTA PRESSIONE			
Pompa di alimentazione idraulica principale			3-38
	Vibrazione eccessiva o rumore insolito	M - O	
	Pressione di scarico inadeguata	D - O	
	Perdita valvola di sicurezza	A - O	
	Perdita presso albero e flange di montaggio	M - O	
Pompa di alimentazione idraulica ausiliaria			3-39
	Pressione di scarico bassa	A - S	
	Perdita intorno ad albero e flange di montaggio	M - O	
	Vibrazione eccessiva o rumore insolito	M - O	



CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Collettore alimentazione idraulica			3-39
Valvole di sfiato	Attacchi allentati o con perdite	A - S	3-39
	Funzionamento inadeguato della valvola di sfiato	A - S	
Conduttura dell'impianto idraulico	Perdite dagli attacchi delle condutture (unità rigeneratore)	A - S	
	(Tutte le altre unità)	HGP - S	
SISTEMA DI CONTROLLO UGELLI SECONDO STADIO			
Insieme controllo ugelli			3-39
	Condizioni generali	Q - S	
	Perdite, parti allentate o usurate	Q - S	
Accumulatori			3-39
	Pressione di precarica	Q - S	
Cilindro idraulico ugello			3-40
	Perdita	D - O	
Servovalvola elettroidraulica (65NV)			3-40
	Funzionamento discontinuo o rallentato	A - S	
SISTEMA DI CONTROLLO ALETTE DIRETTRICI D'INGRESSO*			
Funzionamento e taratura			
	Funzionamento adeguato delle alette direttrici d'ingresso	D - O	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo e Specifiche di controllo
	Taratura	A - S	
	Elettrovalvola di scatto 20TV per polarizzazione zero	A - S	
	Verificare l'azione di scatto delle alette direttrici d'ingresso con perdita di olio idraulico	SA - S	Istruzioni e sequenze operative
	Verificare il funzionamento e il sequenziamento delle valvole di sfiato del compressore	SA - S	
	Perdita nel sistema	M - O	
SISTEMA ARIA DI RAFFREDDAMENTO E TENUTA			
Conduttura			3-40
	Piastre forate	A - S	
	Raccordi orifici	A - S	
	Perdita	D - O	
	Hardware, supporti pendenti e morsetti allentati	M - O	
	Vibrazione	M - O	
Valvole di sfiato del compressore *			3-40
	Movimento rallentato di apertura/chiusura	SA - S	
	Perdita	M - O	
Trasmettitore di pressione scarico compressore			3-41

CONTROLLO CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
SISTEMA ARIA DI ATOMIZZAZIONE* Avviamento compressore aria di atomizzazione  Compressore aria di atomizzazione (a cardano - su basamento)	Taratura	A - S	3-41
	Cinghia allentata o usurata	A - S	
	Perdita dalla guarnizione	A - S	
	Rapporto di pressione assoluta inadeguato	D - O	
	Tenuta olio in deterioramento	M - O	
	Presenza di olio o vapore presso l'apertura di sfogo D - O	D - O	
	Rumore eccessivo, scolorimento del cilindro, punti caldi o vernice bruciata	D - O	
	Avviamento inadeguato per trasmissione compressore principale	A - S	
	Filtro aria compressore		
	Filtro sporco	M - O	
Prerefrigeratore aria di atomizzazione	Tracce di umidità	D - O	3-42
	Perdite d'aria su lato aria	A - O	
	Perdite d'acqua su lato tubo	A - O	
	Calo di pressione	A - O	
	Riduzione delle prestazioni	M - O	
	Scorie, morchia, depositi	A - O	
	Intasamento di tubi non stagni	Maj - S	
	Separatore aria di atomizzazione		
	Condotti di scarico intasati	A - O	
	SISTEMA DI AVVIAMENTO		
Motore diesel di avviamento  Motore di avviamento  Turbina di avviamento  Frizione di avviamento	Vedere Procedura di manutenzione nella sezione Apparecchiature di avviamento del Manuale di assistenza tecnica	90 avviamenti oppure una volta all'anno	3-43
	Presenza di sporco, olio e grasso	A - S	
	Aperture delle feritoie di ventilazione ostruite	A - S	
	Fare riferimento alle Procedure di controllo, manutenzione e localizzazione guasti nella sezione Apparecchiature di avviamento del Manuale di assistenza tecnica		
	Gioco inadeguato delle ganasce della frizione nelle posizioni di innesto e disinnesto	SA - S	

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	
			RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Convertitore di coppia	Funzionamento inadeguato interruttore di fine corsa	SA - S	
	Ganasce della frizione usurate	A - S	3-43
	Perdite d'olio esterne presso guarnizioni dell'albero, flange bullonate, piastre di copertura	D - O	
Gruppo viratore	Attacchi delle tubazioni e tubi idraulici		
	Perdite, usura, sfregamento e abrasioni	Q - O	3-43
	Perdita d'olio	D - O	
Treno riduttore ausiliario	Sporcizia nel commutatore	A - S	
	Pompa difettosa	A - S	3-43
	Ingranaggi vaiolati, rigati, consumati	A - S	
PROTEZIONE DA SOVRAVELOCITÀ (MECCANICA)	Denti rotti e ingranaggi usurati	Maj - S	
	Sistema di scatto idraulico		3-44
	Pressione di scatto dell'olio inadeguata	M - O	
Insieme di scatto per sovravelocità			3-44
	Scatto meccanico rapido e azione di reset regolare	A - S	
	Indicazione della formazione di un arco	M - S	
	Perdita da guarnizione di tenuta sistema di controllo olio e guarnizione flangia	M - S	
	La velocità alta/bassa di scatto della turbina non deve superare il valore di scatto normale, come da Specifica di controllo, per una percentuale superiore a 1,0%	*A - O	
	Azione di scatto meccanico rapido	*A - S	
	Gioco inadeguato tra levetta di scatto e bullone con insieme di scatto per sovravelocità nella posizione di reset	*A - S	
	Grave effetto Brinelling e deformazione in forma di fungo all'estremità del bullone	*A - S	
* Prova annuale su turbine in funzionamento di picco o intermittente. Sulle unità in funzionamento continuo la prova dovrebbe essere effettuata a ogni arresto programmato, oppure dopo ogni revisione principale, o ancora in seguito a un arresto esteso per un periodo superiore ai due mesi (a meno che non sia diversamente indicato nelle Specifiche di controllo dell'unità del Manuale di assistenza tecnica).			
SISTEMA ANTINCENDIO CO2*			
Rivestimento isolante package di sistema			3-49
	Perdita presso il rivestimento isolante	A - S	
	Giunzioni aperte tra basamenti, giunzioni del tetto e guarnizioni porta	A - S	
	I cilindri pilotati evidenziano valori della pressione inadeguati sugli indicatori	A - S	

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Sistema alta pressione	Le serrande di ventilazione funzionano senza impedimenti e non sono ostruite	A - S	3-49
Cilindri di stoccaggio ad alta pressione	Perdita di peso del cilindro	SA - S	3-49
Rivelatori di fiamma	Funzionamento inadeguato	A - S	3-49
	Danno fisico	A - S	
Sistema alta pressione Prove elettrovalvola pilota e "puff"	Verifica del funzionamento adeguato del sistema	A - S	3-50
<b>CONTROLLO SPEEDTRONIC</b>			
Alimentazione	Valori di tensione 5, 12, -12, 28 & $\pm 50$ inadeguati. Fare riferimento alle Specifiche di controllo dell'unità per i valori adeguati della tensione in un determinato sistema dell'unità	A - S D - O	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo e Specifiche di controllo, Istruzioni e sequenze operative  Idem come sopra
Loop di controllo avviamento	Valori VCE inadeguati durante l'avviamento	D - O A - S	Idem come sopra
Sensori e relè di velocità	Funzionamento, riscaldamento, i valori VCE minimi e massimi soddisfano		
	Eccitazione e diseccitazione adeguate dei relè di velocità	M - O	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo e Specifiche di controllo
	Circuiti di rilevamento della velocità tarati in base alle Specifiche di controllo	A - S	Istruzioni e sequenze operative Idem come sopra
Loop di controllo velocità/carico	Taratura in base alle Specifiche di controllo	A - S	Idem come sopra.

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Controllo temperatura	Temperatura di scarico su curva di controllo come da Specifiche di controllo	W - O	3-50 Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo e Specifiche di controllo, Istruzioni e sequenze operative
	Distanza eccessiva fra termocoppie di scarico	D - O	
	Temperatura eccessiva delle termocoppie nello spazio tra le ruote	A - S	
	Taratura come da Specifiche di controllo	A - S	
	Taratura trasduttore PCD (pressione, scarico compressore) (96CD)	A - S	
	Messe a terra e circuiti aperti delle termocoppie		
Monitor di combustione	Funzionamento adeguato	D - O	Specifiche di controllo, sezione Monitor di combustione
	Taratura	A - S	
Sistema di controllo della temperatura integrato	Funzionamento adeguato	D - O	Specifiche di controllo e GEK-65297
	Taratura	A - S	
Protezione da sovratemperatura	Taratura di punti di allarme e scatto come da Specifiche di controllo	A - S	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo
	Messe a terra e circuiti aperti delle termocoppie	A - S	
Sistema di protezione dalle vibrazioni	Taratura dei settaggi per allarmi e scatti	A - S	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo
Sistema di rivelazione e protezione dalle fiamme	Lente scanner sporca, danneggiata o difettosa	CI - S	3-51 Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo
	Tensione d'ingresso alta o bassa	CI - S	
	Morsetti allentati	CI - S	
	Funzionamento e sequenziamento inadeguati	A - S	
	Rivelatori fuori regolazione	A - S	
Protezione da sovravelocità (elettronica)			3-52

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
PANNELLI SPEEDTRONIC	La velocità alta /bassa di scatto elettronico della turbina non deve superare il valore normale di scatto per una percentuale superiore a 1,0%	A - O	Specifiche di controllo, Regolazioni del sistema di controllo e Specifiche di controllo, Istruzioni e sequenze operative
	Taratura del sistema di scatto elettronico	A - S	
	Settaggi inadeguati del gioco dei pickup magnetici	A - S	
Pagine di controllo			3-52

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Contatti relè	Corrosione o scolorimento dovuti al calore	A - S	3-54
	Area pagina sporca	A - S	
	Cavi o collegamenti danneggiati	A - S	
	Schede elettroniche sporche	A - S	
	Guide porta schede sporche	A - S	
	Schede inserite correttamente	A - S	
Temporizzatori	Contatti sporchi o usurati	A - S	3-55
	Contatti con formazione di archi elettrici eccessivi	A - S	
	Contatti deformati	A - S	
	Pressione di contatto ridotta	A - S	
Quadro di segnalazione	Funzionamento o settaggi inadeguati delle sequenze di temporizzazione	A - S	3-56
	Contatti blocco interruttori e bobine usurati, formazione di archi	A - S	
	Funzionamento inadeguato delle luci e dei driver del quadro di segnalazione	D - O	
Pannelli di controllo Speedtronic	Danno fisico al pannello	A - S	3-56
	Pannello sporco, impolverato o usurato	A - S	
Indicatori luminosi	Pannelli sporchi, impolverati o usurati	A - S	3-57
	Lampadine fulminate	M - O/S	
DISPOSITIVI AUSILIARI DELLA STAZIONE E ASSISTENZA TECNICA*	Funzionamento inadeguato della sequenza di illuminazione	M - O/S	3-59
	Batteria		
Caricabatterie	Densità relativa inadeguata presso cella pilota	M - S	3-59
	Livello basso degli elettroliti presso cella pilota	M - S	
	Collegamenti allentati e sporchi	M - S	
	Contenitori danneggiati Coperchi celle	M - S	
	Tenuta difettosa o tappi mancanti	M - S	
	Densità relativa inadeguata e livello basso di elettroliti presso alcune celle	M - S	
		A - S	
CENTRALINA DI CONTROLLO MOTORE	Caricabatterie sporco	A - S	3-59
	Voltmetro starato	A - S	
	Condensatori e diodi difettosi	A - S	

CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
Indicatori luminosi	Lampadine fulminate	M - O/S	
	Funzionamento inadeguato della sequenza di illuminazione	M - O/S	
Isolatori bus principale	Isolatori e barriere bus sporchi	A - S	
Giunzioni e linea principale bus Supporti bus	Collegamenti allentati	A - S	
Contattori e avviatori magnetici	Contattori e avviatori sporchi	A - S	3-60
	Collegamenti allentati	A - S	
	Contatti saldati, usurati e con formazione di archi	A - S	
Relè magnetici	Sporcizia, polvere, olio, grasso	A - S	3-61
Contattori per uso generale	Para-arco danneggiato	A - S	3-61
	Giochi inadeguati scaricatori a corno	A - S	
	Regolazione inadeguata della molla per nucleo mobile	A - S	
	Pressione di contatto debole	A - S	
Centralina di controllo motore	Chiusura e blocco inadeguati delle porte dei pannelli di controllo	A - S	
	Targhette d'identificazione mancanti	A - S	
	Pulizia del pannello	A - S	
SISTEMI DI AMMISSIONE			
Griglie di ammissione	Ostruzioni	M - O	3-61
Separatori inerziali	Ventilatori in funzione	M - O	3-61
	Pulizia	A - S	
Pre-filtri intermedi	Calo di pressione	W - O	3-62
	Lacerazioni o strappi	M - S	
Filtri intermedi ad alta efficienza	Calo di pressione	W - O	3-63
	Lacerazioni o strappi	M - S	
Porta di bypass	Guarnizione di tenuta adeguata	M - O	3-63
	Funzionamento interruttore di fine	A - S	
Vanod'ingresso di entrata e silenziatori			3-63



CONTROLLO	OGGETTO E MOTIVO DEL CONTROLLO	FREQUENZA DEI CONTROLLI E STATO DELLA TURBINA	RIFERIMENTO A DOCUMENTO O PAGINA
	Tenuta	A - S	
	Pulizia materiale	A - S	
	intrappolato	A - S	
Separatori di umidità			3-64
Refrigeratore evaporativo	Pulizia sezione filtri intermedi	M - O	
	Depositi sulle pale	A - S	
			3-64
	Lubrificazione motore	A - O	
	Serbatoi per rifiuti	A - S	
	Depositi su filtri intermedi	A - S	
	Intasamento ugelli	M - O	
	Ventaglio di spruzzatura	A - S	
	Serbatoio pulito	A - S	
Regolazione flusso acqua			3-64
Regolazione flusso d'acqua	Flusso d'acqua adeguato Bagnatura filtro intermedio	D - O	
			3-64
	Flusso d'acqua adeguato Bagnatura filtro intermedio	D - O	
Funzionamento della pompa			3-64
	Fissare prima dell'arresto dell'unità	D - O	

## **4.2 PROCEDURE DI CONTROLLO E MANUTENZIONE**

### **4.2.1 AUSILIARI SOGGETTI A MANUTENZIONE ORDINARIA**

#### **Pressostati e calibri**

La verifica del settaggio dei pressostati e della taratura dei calibri in oggetto può essere effettuata con una bilancia a pesi morti per taratura oppure con un flusso regolato d'aria compressa, pulita e asciutta e un manometro preciso. L'uso dell'aria compressa è generalmente più comodo e lo si raccomanda, ogni volta che la pressione dell'aria sia sufficiente a verificare il settaggio dei pressostati e la taratura dei calibri specificati. Per evitare la possibilità di una contaminazione con l'olio, è preferibile non utilizzare una bilancia a pesi morti per taratura per la prova di pressostati e calibri ad attuazione pneumatica.

#### **Termometri (a quadrante)**

Per tarare un termometro ad asta a quadrante, immergere il sensore per un minimo di due pollici in un bagno agitato, mantenuto a una temperatura tra 1/2 e 3/4 del relativo fondo scala o vicino alla temperatura massima, normalmente registrata da quel particolare termometro, se nota. Mediante una vite di regolazione esterna, ruotare il quadrante del termometro fino a quando l'indicatore non registri la temperatura corretta. La temperatura del bagno deve essere monitorata con un sensore termico, la cui precisione sia certa.

#### **Flussometro**

La precisione pari a + 1,5% del flussometro dovrebbe essere verificata e tarata dal fabbricante o presso un centro qualificato.

#### **Sensori di vibrazione**

Monitorare i livelli delle vibrazioni durante il funzionamento. Assicurarsi che tutti i sensori di vibrazione siano funzionanti. I livelli delle vibrazioni possono essere monitorati direttamente sul pannello della turbina. L'indicatore scala può essere modificato da 1,5 pollici al secondo fondo scala a 0,3 pollici al secondo fondo scala, premendo il pulsante "SELETTORE CANALE".

Verificare fisicamente la sicurezza di montaggio di ogni sensore di vibrazione e dei terminali dei sensori.

Fare riferimento alle Specifiche di controllo e a Specifiche di controllo - Regolazioni del sistema di controllo per informazioni complete sulle verifiche operative.

#### **Indicatori del combustibile liquido**

Quando il serbatoio è svuotato del liquido, verificare che la tiranteria sia priva di inceppamenti e che il galleggiante sia in buone condizioni. Assicurarsi che gli interruttori di livello alto e basso siano settati con i limiti specificati nello Schema delle condutture.

### **Contatori Speedtronic**

A meno che non sia disponibile un meccanico strumentista competente, si raccomanda di riconsegnare lo strumento al fabbricante, o presso un laboratorio, per la taratura e le riparazioni.

In linea generale, gli strumenti dovrebbero essere su "zero", quando l'unità viene arrestata. Ove possibile, si dovrebbero eseguire correzioni con la regolazione "zero". Se un indicatore non può essere azzerato, significa che è probabilmente piegato, oppure che il braccio della manovella del dispositivo di regolazione "zero" è fuoriuscito dalla normale scanalatura.

Controllare la presenza di indicatori bloccati o con movimento a scatti. Le cause più comuni dei blocchi (o del movimento a scatti) sono date dalla sporcizia sulla scala, dall'indicatore che tocca il vetro, dalla sporcizia in un gap dell'elemento mobile o del magnete smorzatore, o dal cuscinetto danneggiato. Correggere secondo quanto necessario.

## **4.2.2 Dispositivi di controllo**

### **Interruttori termici**

Gli interruttori termici sono sottoposti a prove preliminari, settati e bloccati in fabbrica. Nel caso in cui si riscontrino problemi sul campo, si dovranno ordinare interruttori nuovi, sempre sottoposti a prove preliminari e settati. Gli interruttori guasti devono essere restituiti a General Electric Company per la relativa valutazione. Gli interruttori in oggetto non devono essere provati, regolati o resettati sul campo, a meno che non sia disponibile lo speciale Fenwal Test Kit, Modello 80001-0, dal momento che i settaggi richiedono tolleranze ristrette. La freccia sulla testa dell'unità dell'interruttore termico indica la direzione in cui ruotare la vite di regolazione, per aumentare il settaggio della temperatura. Un giro completo della vite di regolazione equivale a un valore di circa 100F.

### **Termostati**

Per verificare la precisione dei termostati del riscaldatore nei vani turbina, accessori e di controllo, confrontare il settaggio del termostato con la temperatura indicata su un termometro preciso. Nel caso di una discrepanza superiore a cinque gradi, il termostato dovrebbe essere riparato o sostituito.

### **Valvole di regolazione della pressione (VPR)**

Le valvole di regolazione della pressione sono di due tipi: valvole di riduzione della pressione e valvole di contropressione. Eccetto che in alcuni casi, un manometro montato in linea è disponibile vicinissimo alla valvola, per verificare e/o settare la pressione di controllo richiesta per quella particolare valvola. Le valvole di contropressione sono settate già in fabbrica e non dovrebbero richiedere regolazioni ulteriori per il normale funzionamento. Nella maggior parte delle applicazioni il gambo della valvola è in vista, per cui il movimento della valvola può essere verificato visivamente o mediante un indicatore a quadrante. Per le valvole con un gambo non in vista, il settaggio si effettua nel modo migliore staccando la valvola dal gambo. In alcune valvole è possibile usare una fonte esterna di pressione, preferibilmente aria asciutta, per verificare il settaggio della valvola durante l'arresto della macchina. La corsa della valvola si verifica con un indicatore a quadrante inserito attraverso un coperchio rimovibile sulla valvola, posizionata sul lato opposto a quello in cui è ubicato il castello della valvola (meccanismo superiore).

Se la valvola non funziona adeguatamente, deve essere rimossa e verificata con una prova sul banco per:

- a. Restrizioni della presa d'impulso
- b. Diaframma danneggiato
- c. Ostruzione corpo valvola
- d. Gambo della valvola piegato o inceppato
- e. Molla spezzata

Fare riferimento allo Schema delle condutture o al Sommario dispositivi per il settaggio corretto della valvola. Si raccomanda di sostituire i diaframmi delle valvole e le guarnizioni premistoppa ogni cinque anni, a meno che l'esperienza operativa non indichi la necessità di sostituzioni più frequenti.

### **Valvole di regolazione della temperatura (VTR)**

Le valvole di regolazione della temperatura (VTR) sono utilizzate per regolare il flusso dell'acqua di raffreddamento verso lo scambiatore di calore olio lubrificante e il pre-refrigeratore aria di atomizzazione.

Il punto di regolazione della temperatura di queste valvole è già settato e non dovrebbe richiedere ulteriori regolazioni per il normale funzionamento. Il punto di regolazione è settato in modo da controllare la temperatura dell'olio lubrificante del collettore principale cuscinetti e la temperatura dell'aria di scarico del pre-refrigeratore aria di atomizzazione. Le temperature sono specificate nel Sommario dispositivi dello Schema delle condutture per ciascun sistema. Le temperature in oggetto dovrebbero rimanere stabili durante il normale funzionamento; tuttavia, nelle giornate più calde, si potrebbero verificare superamenti dei valori impostati. L'eventuale superamento delle temperature previste sarà segnalato da un allarme acustico. In caso di allarme, verificare quanto segue:

- a. Valvola VTR completamente aperta.
- b. Flusso di refrigerante adeguato attraverso lo scambiatore di calore olio lubrificante, il pre-refrigeratore aria di atomizzazione e lo scambiatore di calore refrigerante-aria.
- c. Miscele adeguate di glicole etilenico nell'acqua.
- d. Flusso d'aria adeguato attraverso gli scambiatori di calore refrigerante-aria.
- e. Superfici intasate degli scambiatori di calore.

La banda proporzionale della valvola è definita come la differenza di temperatura nel fluido controllato (rilevata dal bulbo), richiesta affinché la corsa della valvola sia completa. Se il valore effettivo della banda proporzionale della valvola differisce in modo marcato da quanto indicato sulla targhetta della valvola, è possibile che il sensore della valvola non sia stato montato correttamente nella relativa sede, oppure che il carico del fluido di rilevamento sia inadeguato.

Il sensore potrebbe essere difettoso, oppure l'usura nel meccanismo della valvola potrebbe essere eccessiva. I sensori a bulbo sono marcati con le diciture "TOP" o "UP" e devono essere montati correttamente. Qualora si noti un incremento della banda proporzionale della valvola nel tempo, il sensore potrebbe avere una piccola perdita puntiforme e dovrebbe essere sostituito. Se il sistema di rilevamento della temperatura deve essere sostituito, la valvola può essere aperta meccanicamente, sostituendo la sonda di rilevamento della temperatura, il tubo capillare e il diaframma nel coperchio della valvola senza dover chiudere l'acqua di raffreddamento o arrestare la turbina.

**NOTA**

Se il sensore a bulbo viene rimosso per qualunque ragione, assicurarsi che la sede del bulbo di rilevamento della

temperatura sia riempita di fluido di scambio termico prima di reinstallare il sensore. Fare riferimento al [Paragrafo 2](#), Procedure standard, sezione Solventi, isolanti e detergenti raccomandati.

I premiguarnizioni del gambo valvola dovrebbero essere serrati quanto basta, per impedire perdite d'acqua. Secondo il fabbricante delle valvole, in linea generale, serrando manualmente i premiguarnizioni, si dovrebbe riuscire ad applicare una forza sufficiente ad arrestare le perdite d'acqua. L'uso di una forza eccessiva causa attrito tra il gambo della valvola e la guarnizione premistoppa. Ciò determina un funzionamento discontinuo.

Si raccomanda di sostituire le guarnizioni premistoppa dei gambi delle valvole ogni cinque anni, a meno che l'esperienza operativa non indichi la necessità di sostituzioni più frequenti.

### **4.2.3 Apparecchiature idrauliche/meccaniche**

#### **Valvole di sicurezza**

Le valvole di sicurezza a molla proteggono i componenti del sistema o le pompe dalla sovrappressione. Il settaggio della valvola si regola con una vite di regolazione. Girando la vite nel corpo valvola si incrementa la forza della molla (si innalza la pressione di apertura). La valvola di sicurezza è settata per aprirsi alla pressione specificata nel Sommario dispositivi dello Schema delle condutture.

Tutte le valvole di sicurezza elencate dovrebbero essere rimosse e sottoposte a prova sul banco una volta all'anno, per verificare i settaggi indicati nel Sommario dispositivi.

#### **Elettrovalvole**

Le guarnizioni di tenuta "O" ring devono essere sostituite, qualora si osservino perdite d'olio. Eccitare il solenoide e verificare il funzionamento della valvola (si dovrebbe sentire un click metallico e, in alcuni casi, è possibile vedere la corsa della valvola).

Il funzionamento rallentato della valvola o una perdita eccessiva potrebbero essere dovuti alla presenza di sporcizia. Di conseguenza, si consigliano lo smontaggio e la pulizia periodici di tutte le elettrovalvole, qualora si evidenzino perdite o un funzionamento inadeguato.

#### **Valvole di ritegno, orifici e valvole di ritegno con orificio**

Durante un periodo di arresto, il sistema deve essere svuotato, rimuovendo valvole e orifici per verificare la presenza di erosioni, corrosione o deterioramento dei componenti. Verificare gli orifici per la presenza di intasamenti, controllando la dimensione e la definizione del foro. Verificare eventuali perdite nella sede della valvola. Verificare le condizioni delle guarnizioni di tenuta, degli "O" ring o delle guarnizioni, sostituendoli ove si riscontrino tracce di usura.

#### **Filtri dell'olio lubrificante**

I filtri del sistema dell'olio lubrificante dovrebbero essere sostituiti una volta all'anno, indipendentemente dal calo di pressione. I cali di pressione devono essere verificati in condizioni di funzionamento della turbina, con il lubrificante alla normale temperatura di esercizio e con flusso nominale attraverso il filtro. Nella maggior parte dei sistemi di lubrificazione della turbina a gas, il filtro di lubrificazione principale, che filtra il lubrificante verso il collettore principale cuscinetti, può essere verificato, per controllare eventuali intasamenti, attraverso l'indicazione del calo di pressione.

In questo caso, la pressione a valle dal filtro viene mantenuta grazie a una valvola di regolazione della pressione, mentre la differenza di pressione indicata sui manometri prima e dopo il filtro fornisce un dato affidabile in merito alle condizioni del filtro. Le condizioni degli altri filtri nel sistema di lubrificazione, come per il filtro di controllo del fluido o il filtro di controllo della pompa idraulica, non possono essere determinate in modo altrettanto affidabile con l'indicazione del calo di pressione, dal momento che il flusso attraverso i suddetti filtri può essere molto basso in condizioni di regime. Tuttavia, risulta improbabile che questi filtri a basso flusso si possano guastare prima della sostituzione annuale raccomandata per l'elemento del filtro.

Per le turbine a gas, che si prevede possano funzionare in continuo per lunghi periodi di tempo, si predispongono solitamente filtri doppi, con una valvola di trasmissione, incorporati nel sistema di lubrificazione, per facilitare la manutenzione dei filtri senza arrestare la turbina. I sistemi dotati di un unico filtro richiedono l'arresto della turbina per eseguire la manutenzione dei filtri.

### **Filtri del combustibile**

Sostituire le cartucce del filtro principale del combustibile (bassa pressione), quando il differenziale di pressione raggiunga i 15 psig, ovvero ogni 12 mesi, in base a quale dei due eventi si verifichi prima. Seguire la procedura indicata di seguito:

- a. Chiudere le valvole di entrata e uscita.
- b. Aprire il rubinetto di spurgo e svuotare le valvole. (Spurgare accuratamente il filtro prima di rimuovere le cartucce).
- c. Rimuovere il coperchio e le vecchie cartucce dei filtri. Inserire le nuove cartucce.
- d. Installare una nuova guarnizione per il coperchio, qualora quella vecchia risulti indurita o danneggiata
- e. Installare il coperchio e chiudere la valvola di scarico.
- f. Serrare i dadi del golfare o i bulloni senza dado in base al valore richiesto, secondo quanto specificato nella sezione Procedure standard del Manuale di assistenza tecnica. (Pulire e lubrificare periodicamente i golfari, qualora vengano utilizzati).
- g. Aprire le valvole di entrata e uscita.
- h. Lasciare aperta la valvola di sfiato in modo che avvenga il rilascio dell'aria, ma chiudere non appena compaia l'olio.

La cartuccia del filtro secondario (alta pressione) viene sostituita in modo simile ogni 12 mesi, o quando la pressione differenziale raggiunga i 15 psig.

### **Filtri di alimentazione idraulica**

Il filtro del sistema di alimentazione idraulica dovrebbe essere sostituito, quando il calo di pressione attraverso il filtro sia pari a 60 psig, ovvero una volta all'anno, indipendentemente dal calo di pressione.

Il calo di pressione deve essere verificato in condizioni di funzionamento della turbina, con il fluido idraulico alla temperatura di esercizio e con flusso nominale attraverso il filtro. Si può presumere che il flusso nominale si realizzi in condizioni di massimo regime transitorio, come nell'istante di disinnesto idraulico della turbina a gas. In condizioni di regime ci sarà unicamente un flusso ridotto attraverso il filtro e l'eventuale pressione differenziale, indicata sul manometro di sistema, risulterà probabilmente bassa, per cui non costituirà un'indicazione affidabile delle condizioni del filtro. Tuttavia, risulta improbabile che questi filtri a basso flusso si possano guastare prima della sostituzione annuale raccomandata per la cartuccia del filtro.

Per le turbine a gas, che si prevede possano funzionare in continuo per lunghi periodi di tempo, si predispongono solitamente filtri doppi, con una valvola di trasmissione, incorporati nel sistema di alimentazione idraulica, per facilitare la manutenzione dei filtri senza arrestare la turbina. I sistemi dotati di un unico filtro richiedono l'arresto della turbina per eseguire la manutenzione dei filtri.

#### **Filtri aria (valvola di estrazione aria)**

Aprire la valvola di sfogo del filtro ed eliminare tutta l'umidità accumulata. Se la quantità di umidità appare eccessiva, si consiglia di lasciare la valvola di sfogo aperta, in modo che lo spurgo prosegua, ovvero aumentare la frequenza dei controlli con scarico.

Il filtro dovrebbe essere aperto come da programma e controllato. Pulire il tubo Poro-Stone, usando un solvente oleoso e un soffiaggio con aria pulita e asciutta. Pulire l'interno della sede del filtro.

### **4.2.4 Riscaldamento, raffreddamento e ventilazione**

#### **Condizionatori d'aria**

Pulire il condensatore e le batterie evaporative, eliminando polvere e sporcizia. Pulire la vaschetta di raccolta della condensa. Lavare o sostituire il filtro dell'aria. Verificare il funzionamento del termostato e del condizionatore d'aria.

#### **Riscaldatore**

Verificare la continuità elettrica e controllare il funzionamento corretto del riscaldatore. Pulire dalla polvere i termostati, gli elementi riscaldanti e le pale dei ventilatori. Lubrificare i motori dei ventilatori secondo il "Grafico orientativo per la lubrificazione" nella sezione "Procedure standard" delle Istruzioni per il controllo e la manutenzione.

#### **Ventilatori vano accessori e turbina**

Verificare la girante del ventilatore, controllando eventuali depositi di materiale estraneo o usura eccessiva derivante da abrasione. Ambedue i fenomeni possono causare vibrazioni e creare gravi pericoli per la sicurezza. Gli eventuali depositi di materiale estraneo dovrebbero essere rimossi. Se la girante mostra segni di usura eccessiva, deve essere sostituita immediatamente.

Verificare la tenuta e la sicurezza del montaggio di tutte le viti di arresto e dei bulloni. Lubrificare i motori dei ventilatori secondo il "Grafico orientativo per la lubrificazione" nella sezione "Procedure standard" delle Istruzioni per il controllo e la manutenzione.

### **4.2.5 Motori, giunti motori e pompe**

#### **Motori CC**

Controllare, per verificare se le marcature di orientamento delle spazzole sul lato del portaspazzole e della staffa di sostegno siano allineate. Se le spazzole non sono adeguatamente orientate, la velocità del motore potrebbe risulterne influenzata, causando un eccessivo scintillamento. Verificare il marcatore indicatore sui fili connettori a spirale delle spazzole per controllare eventuali tracce di usura.

Se il marcatore raggiunge l'estremità superiore della scatola portaspazzole, significa che la spazzola è usurata al punto di dover essere scartata. Le verifiche di cui sopra possono essere effettuate dopo aver rimosso il coperchio a griglia della staffa di sostegno. Verificare anche il commutatore in questa occasione, controllandone pulizia e usura. Verificare l'eventuale irregolarità di funzionamento del commutatore. La verifica si esegue posizionando un bastoncino in fibra di vetro contro le spazzole e osservando se salti durante la rotazione. Verificare l'isolamento e gli avvolgimenti, per controllare eventuali tracce di contaminazione, difetti meccanici e anomalie della temperatura. Verificare l'integrità dell'isolamento per la resistenza elettrica. Verificare le vibrazioni del motore, mentre è accoppiato alla pompa. Le vibrazioni non dovrebbero superare i 3 mils.

### **Motori CA**

Esaminare gli anelli collettori, le spazzole, i portaspazzole e le viti prigioniere, controllandone pulizia e usura. Gli anelli collettori dovrebbero avere una superficie sempre levigata. Le spazzole dovrebbero muoversi liberamente nei relativi portaspazzole, ma essere posizionate fermamente in contatto con gli anelli collettori. Assicurarsi che i conduttori con fili connettori a spirale siano fissati in sicurezza ai portaspazzole. Verificare l'isolamento, controllandone pulizia e usura.

Verificare le vibrazioni del motore, mentre è accoppiato alla pompa. Le vibrazioni non dovrebbero superare i 3 mils. Verificare i fori e le feritoie di raffreddamento del motore, assicurandosi che siano puliti, privi di danni e non ostruiti.

## **4.2.6 Sistemi di condutture dell'unità**

### **Combustibile, olio, acqua e aria**

Si dovrebbe eseguire un controllo visivo, perlustrando i sistemi di condutture, per verificare perdite, hardware allentato, supporti pendenti allentati, guarnizioni non stagne, perdite da guarnizioni premistoppa delle valvole, vibrazioni delle condutture, funzionamento delle aperture di sfogo e una verifica generale della sicurezza dei sistemi. Si dovrebbero intraprendere azioni correttive per eliminare le eventuali anomalie riscontrate.

## **4.2.7 Manutenzione dei sistemi**

### **Sistema di lubrificazione**

#### **Pompe olio lubrificante**

Verificare le pompe dell'olio lubrificante per eventuali vibrazioni eccessive. Verificare i cuscinetti reggispira e le guarnizioni di tenuta dei cuscinetti per l'usura. Verificare il gioco dell'anello di usura. Qualora l'usura abbia incrementato il gioco a 0,016", l'anello di usura dovrà essere sostituito.

### **Serbatoio olio lubrificante**

Verificare la tubazione e le condutture interne del serbatoio dell'olio lubrificante per eventuali spellature della vernice e raccordi allentati. Verificare i supporti pendenti della conduttura per hardware allentato o mancante. Controllare attentamente ogni griglia di presa della pompa (specialmente sulla pompa principale) per la presenza di materiale estraneo e hardware allentato. Verificare la morchia rimossa dal fondo del serbatoio per la presenza di materiale insolito. Assicurarsi che l'interno del serbatoio sia perfettamente pulito prima del nuovo riempimento.



### **Proprietà dell'olio lubrificante**

Per istruzioni in merito alla definizione delle proprietà fisiche dell'olio lubrificante e alla campionatura e al collaudo periodici, fare riferimento al testo sul Sistema dell'olio lubrificante nel Manuale di assistenza tecnica.

### **Scambiatori di calore**

Verificare lo scambiatore di calore per la presenza di perdite, per l'efficienza di funzionamento e le eventuali contaminazioni da materiale estraneo. Gli scambiatori sono soggetti a incrostazioni (scorie, depositi di morchia, ecc.) e dovrebbero essere puliti periodicamente, in base alle condizioni specifiche. Un sottile strato di morchia o un deposito di scorie su uno dei due lati del tubo ne riduce notevolmente l'efficacia. Un marcato incremento del calo di pressione e/o una riduzione delle prestazioni indica solitamente la necessità di un intervento di pulizia. Dal momento che la difficoltà di pulire aumenta rapidamente con l'ispessimento delle scorie o l'incremento dei depositi, gli intervalli tra gli interventi di pulizia non dovrebbero essere eccessivi.

Per pulire o controllare l'interno dei tubi, rimuovere solo i necessari coperchi rimovibili o i coperchi integrati dei canali lato tubi, in base alla tipologia di struttura dello scambiatore.

Per pulire o controllare l'esterno dei tubi, può essere necessario rimuovere i fasci tubieri. (I fasci degli scambiatori con piastra tubiera fissa non possono essere rimossi).

Se uno dei tubi dello scambiatore evidenzia una perdita, è possibile chiudere il tubo nello scambiatore di calore e continuare a usare il fascio. Consultare General Electric Company per informazioni in merito a quanti tubi possano essere chiusi in un determinato scambiatore di calore, mantenendo comunque prestazioni soddisfacenti da parte dello scambiatore durante il funzionamento della turbina a gas. Il materiale selezionato per il tappo conico dovrebbe essere compatibile con il materiale del fascio tubiero dello scambiatore di calore. I tappi in acciaio inossidabile sono compatibili con i tubi in acciaio inossidabile dello scambiatore. I tappi di ottone sono raccomandati per tubi di rame-nichel 90-10 o per tubi di ottone o tubi in ottone per stampaggio a freddo. I tappi in oggetto sono installati nel tubo che perde, presso la piastra tubiera, usando un martello di nylon o cuoio greggio, per evitare danni involontari.

### **Insiemi radiatori e collettori principali**

Per garantire la massima efficacia del sistema di raffreddamento in senso generale, le alette degli insiemi di radiatori a tubi alettati devono essere mantenute prive di difetti, filacce, pellicole oleose o altri tipi di rifiuti. Le alette dovrebbero essere pulite nella direzione opposta a quella del flusso normale. (Per la maggior parte dei package delle turbine a gas il flusso normale va dall'esterno all'interno). Si consiglia di lavare con acqua o con un detergente per alette del radiatore, disponibile in commercio. Fare riferimento ai paragrafi sulla manutenzione del Sistema dell'acqua di raffreddamento per informazioni sulle incrostazioni all'interno dei tubi del radiatore. Verificare anche la presenza di perdite, corrosione, erosioni o danni a carico di alette o tubi del radiatore. Fare riferimento alla scheda "Sistema dell'acqua di raffreddamento" nel Manuale di assistenza tecnica per la pulizia dei radiatori.

### **Riscaldatori a immersione per olio lubrificante**

I riscaldatori con rivestimento in acciaio sono progettati per l'applicazione senza circolazione di olio con una densità di watt pari a 20 watt per pollice quadrato. I riscaldatori devono essere completamente immersi (2 pollici almeno) in un liquido, mentre si trovano sotto tensione.

Se i riscaldatori sono stati soggetti a condizioni anomale, con la conseguenza di una bassa resistenza di isolamento, applicare una tensione nominale (massimo 250 volt) al riscaldatore per 15 minuti e quindi ripetere la prova. Il ciclo di riscaldamento deve essere ripetuto, fino a quando l'isolamento non raggiunga o superi i 50.000 ohm. (La resistenza di isolamento deve essere misurata mediante un voltmetro ad alta resistenza, usando un circuito a corrente continua da 250 volt).

### **Giunti per tubi non filettati**

Verificare i giunti per eventuali perdite di olio dovute a invecchiamento e calore. Sostituire le guarnizioni di tenuta secondo quanto necessario.

Lubrificare le guarnizioni di tenuta prima del relativo montaggio. Vedere il Grafico orientativo per la lubrificazione nel [Paragrafo 2](#) , Procedure standard, nelle presenti Istruzioni di controllo e manutenzione per il lubrificante più idoneo.

## **4.2.8 Sistema acqua di raffreddamento**

### **Verifiche del sistema di raffreddamento**

Le incrostazioni del sistema di raffreddamento, con conseguente degrado delle prestazioni, devono essere verificate periodicamente, anche se il sistema sia adeguatamente protetto con un inibitore di ruggine. Rimuovendo la testa lato acqua dello scambiatore di calore olio lubrificante e controllando i tubi, si potrà verificare la quantità complessiva di incrostazioni, che interessa l'intero sistema. Le incrostazioni dei radiatori a tubi alettati potrebbero essere le più gravi, dal momento che i tubi sono i più piccoli dell'intero sistema.

Un massimo del dieci per cento dei tubi in ciascun scambiatore di calore può essere chiuso per eliminare le perdite d'acqua. Le perdite nel radiatore di calore aria-acqua su basamento possono essere riparate presso un'officina di riparazioni per radiatori auto, presente in zona. Il presente metodo è preferibile rispetto alla chiusura dei tubi, dal momento che le prestazioni del sistema non ne sono influenzate in modo eccessivo. La chiusura degli scambiatori di calore riduce le prestazioni del sistema e determina la necessità di interventi di pulizia più frequenti. La pulizia del sistema dell'acqua di raffreddamento può essere eseguita come segue:

- a. Usare acido formico al due o tre per cento di volume, oppure acido solfamminico al tre - quattro per cento di volume, per riempire il sistema dell'acqua di raffreddamento. Non è consentito l'uso dell'acido muriatico.
- b. Fare circolare la soluzione attraverso il sistema dell'acqua di raffreddamento per due ore. Quindi spurgare il sistema.
- c. Sciacquare il sistema completamente con acqua. Se permangono scolorimenti, ripetere la procedura di pulizia.
- d. Dopo che il sistema sia stato pulito adeguatamente, riempirlo nuovamente con acqua pura e la quantità raccomandata di inibitore di corrosione o miscela antigelo. Per le istruzioni dettagliate fare riferimento al testo sul Sistema dell'acqua di raffreddamento nel Manuale di assistenza tecnica.

### **Verifiche del flusso**

Il sistema dell'acqua di raffreddamento chiuso dispone di diverse piastre forate a spigoli vivi, montate sulle flange tarate. Gli orifizi sono utilizzati per bilanciare il calo di pressione in circuiti di flusso paralleli. Gli orifizi possono essere usati anche per misurare i valori della portata del sistema.

La misurazione dei valori della portata del sistema è estremamente importante per la localizzazione dei guasti, nel caso in cui si verificano dei problemi. I valori di progetto della portata per i circuiti idraulici con le termovalvole in posizione aperta sono elencati nello "Schema delle condutture dell'acqua di raffreddamento", nel Manuale di assistenza tecnica della turbina.

I valori di progetto della portata sono basati su una velocità della turbina al 100 per cento. Se la turbina non funziona alla velocità nominale, occorre calcolare un flusso corretto nel seguente modo:

Flusso a velocità effettiva = Velocità effettiva / Velocità nominale x flusso a velocità nominale

Una volta effettuata la verifica del flusso, si consiglia l'installazione di un singolo manometro di controllo per la lettura dei valori della pressione sia a monte sia a valle dell'orifizio.

I manometri dovrebbero essere muniti di valvole, in modo che ogni valore della pressione possa essere letto singolarmente. Questo tipo di procedura elimina gli errori, che si potrebbero verificare quando siano in uso due manometri separati. I tratti delle linee di pressione dovrebbero essere il più possibile brevi.

L'uso di un manometro a mercurio è sconsigliato. Il mercurio ha un'azione distruttiva sul rame e sull'ottone nei componenti di sistema in determinate condizioni nel sistema dell'acqua di raffreddamento.

Flusso in funzione del calo di pressione

Le curve relative al flusso dell'acqua (o refrigerante) in funzione del calo di pressione possono essere elaborate per orifizi\* di qualsiasi dimensione, usando l'equazione:

$$Q = 300 KA \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} = \text{gpm},$$

con i simboli di seguito elencati:

$$K = \sqrt{\frac{C_d}{1 - B^4}}$$

Do (orifizio) / B = Di (diametro interno conduttura)

$\Delta P$  = PSI (orifizio)

A = AREA DELL'ORIFIZIO = (IN)<sup>2</sup>

$\rho$  = DENSITÀ DELL'ACQUA LB/(FT)<sup>3</sup> = rho

Cd = COEFFICIENTE SCARICO ORIFIZIO

Il coefficiente di flusso K per le prese di pressione è determinato sperimentalmente; di conseguenza, il valore può essere desunto da tabelle disponibili in diversi riferimenti (\*).

(\*) Pubblicazione ASME "Fluid Meters - Their Theory and Application" (quinta edizione). Anche, Crane Co., Documento tecnico n. 410 "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe".

### **Serbatoio acqua**

Esaminare la superficie interna del serbatoio per verificarne la pulizia e la presenza di alghe o materiale estraneo. In caso di perdite d'acqua costanti dall'apertura di riempimento del serbatoio, in presenza di piccole variazioni delle condizioni ambientali, verificare il tappo a pressione per il settaggio adeguato della pressione di apertura. Verificare anche la possibile mancanza della guarnizione del tappo, la superficie deteriorata della guarnizione o l'eventuale superficie di tenuta danneggiata del collo del bocchettone. Il settaggio della pressione dovrebbe essere compreso entro + 15% della taratura del tappo a pressione.

La valvola per vuoto si dovrebbe aprire tra zero psig e 1/2 psi di vuoto. Per le unità fuori basamento, verificare le perdite presso il coperchio e la guarnizione del serbatoio.

### **Ventilatori dei radiatori acqua di raffreddamento su basamento**

Verificare ogni anno i ventilatori dei radiatori acqua di raffreddamento, gli alloggiamenti dei ventilatori e i motori per la pulizia, le vibrazioni, i rumori, i danni alle pale, ruggine e corrosione, oltre alla sicurezza dei bulloni di montaggio. Assicurarsi che non siano presenti ostruzioni nei condotti di entrata e uscita e che le griglie siano pulite. Per informazioni dettagliate sul controllo, lo smontaggio e il rimontaggio per manutenzione del ventilatore, fare riferimento alla scheda "Sistema dell'acqua di raffreddamento" nel Manuale di assistenza tecnica.

### **Pompa acqua di raffreddamento a ingranaggi**

Verificare la pompa per eventuali perdite dalla guarnizione di tenuta durante il funzionamento o in arresto. La perdita è visibile, di solito, lungo l'albero della pompa e/o dal portello di scarico sulla flangia di montaggio della guarnizione di tenuta. Una perdita insolita indica che il materiale estraneo si è depositato tra le facce della guarnizione. L'inconveniente dovrebbe essere eliminato prima di proseguire con il funzionamento della pompa. Se la perdita è abbondante, probabilmente la guarnizione di tenuta è usurata e dovrebbe essere sostituita.

Verificare la pulizia interna del condotto di circolazione dell'acqua di raffreddamento della guarnizione meccanica. Se il condotto si intasa, la guarnizione si può surriscaldare, determinando l'avaria della pompa. Verificare anche la pulizia del separatore abrasivo nel condotto di raffreddamento della guarnizione.

Ogni volta che la pompa venga smontata per qualsiasi ragione, si dovrebbe verificare il gioco tra girante e anello di usura. Se il gioco supera di due volte il valore raccomandato dal fabbricante della pompa, gli anelli di usura dovrebbero essere sostituiti e rilavorati, per ripristinare i valori previsti. Limitatamente al gioco in oggetto questo intervento ripristinerà l'efficienza della pompa.

Ogni volta che la pompa venga smontata, tutte le relative parti, specialmente la girante, il manicotto dell'albero e le parti soggette a usura della guarnizione meccanica dovrebbero essere verificate e sostituite, se usurate. Fare riferimento alla scheda "Sistema dell'acqua di raffreddamento" nel Manuale di assistenza tecnica.

## **4.2.9 Sistema di invio del combustibile liquido**

### **Pompa centrifuga (88FD)**

Verificare la pressione di scarico della pompa rispetto al valore specificato nello Schema delle condutture. Verificare la pompa per rumori insoliti o eccessivi durante il funzionamento. Verificare le guarnizioni meccaniche dell'albero per perdite eccessive e sostituirle, se necessario. Verificare che l'albero possa ruotare liberamente, senza sfregamenti o inceppamenti. Verificare l'ermeticità e l'assenza di vibrazioni dell'accoppiamento tra pompa e alberi motore. Verificare le eventuali perdite di olio delle giunzioni di collegamento della cassa e sostituire le guarnizioni, qualora le perdite risultino eccessive. In occasione dell'arresto annuale della turbina, verificare la pulizia interna del condotto dell'olio di raffreddamento della guarnizione e dei raccordi di collegamento, mediante rimozione e pulizia.

**Riscaldatori combustibile (23FH) e interruttori termici (26FH)**

Verificare per assicurarsi che l'combustibile sia mantenuto entro i limiti di temperatura specificati nel Sommario dispositivi della Scheda delle condutture. Se i riscaldatori non funzionano correttamente, o se la temperatura dell'olio non viene mantenuta, verificare i circuiti di potenza e di controllo. Se necessario, provare gli elementi riscaldanti e sostituire quelli bruciati. Verificare il settaggio degli interruttori termici e regolarli, se necessario. I termostati dovrebbero essere verificati in un bagno d'olio riscaldato o raffreddato, usando un termometro preciso come standard.

**4.2.10 Sistema combustibile****Generalità**

Le perdite dal sistema combustibile possono determinare incendi o esplosioni, qualora sia presente una fonte d'ignizione. Le fonti d'ignizione possono essere costituite da superfici calde (circa 450E o superiore), scintille o fiamme libere. La conduttura del combustibile intorno alle casse delle camere di combustione, il sistema aria di atomizzazione e lo scarico del motore diesel in avviamento sono particolarmente vulnerabili.

**Valvola di blocco combustibile**

Verificare i collegamenti riguardanti i condotti del combustibile e circuiti di scatto dell'olio, per controllare la presenza di perdite. Verificare il gambo della valvola per controllare segni di grippaggi, rallentamenti o funzionamento non conforme ai cicli temporali indicati nelle Specifiche di controllo. Per le istruzioni dettagliate fare riferimento al Manuale di assistenza tecnica nella scheda sul Sistema del combustibile.

**Pompa combustibile principale**

Verificare l'albero della pompa del combustibile principale per controllare la presenza di perdite dalla guarnizione di tenuta e sostituirla, se necessario. Sulle unità di pompe universali (pompe Roper) verificare la taratura della valvola di bypass della pompa del combustibile. Sulle pompe Denison verificare la taratura della corsa della pompa del combustibile, secondo quanto indicato nelle Specifiche di controllo.

**Divisore di flusso**

Verificare il divisore di flusso per controllare rumori insoliti e perdite esterne. Verificare la pressione di mandata del divisore di flusso, secondo le istruzioni contenute nelle Specifiche di controllo. Verificare il motore di avviamento del divisore di flusso del combustibile per controllare che sia pulito, asciutto e che funzioni correttamente. Svuotare di tanto in tanto le aperture di ventilazione e gli avvolgimenti.

**Valvola selettiva per ugello del combustibile**

Verificare gli attacchi delle tubazioni intorno all'insieme delle valvole selettive per ugelli del combustibile, controllando eventuali perdite eccessive. Serrare i raccordi, se necessario. Verificare il funzionamento scorrevole del gambo della valvola, ruotando il selettore in tutte le posizioni. Verificare il sicuro montaggio della valvola.

**Valvola di scarico falsa partenza**

Verificare il funzionamento corretto della valvola durante l'avviamento e l'arresto. La valvola non dovrebbe sfiatare, mentre la turbina è in funzione. La valvola dovrebbe cominciare a chiudersi tra 19 e 22 psig, chiudendosi completamente tra 29 e 32 psig. Verificare gli attacchi di condutture e tubazioni di scarico del compressore e del combustibile, controllando perdite di olio e aria. Verificare le condizioni del diaframma nell'attuatore della valvola una volta all'anno e sostituirlo, se usurato.

**4.2.11 Sistema a gas combustibile****Generalità**

Le avarie delle condutture del gas combustibile possono causare incendi o esplosioni, qualora sia presente una fonte d'ignizione, o un mancato funzionamento della macchina.

**Valvola di blocco, regolazione e controllo gas combustibile**

Verificare perdite eccessive di gas presso i gambi delle valvole, i condotti di deflusso e scarico e sfiato delle guarnizioni premistoppa.

Verificare la posizione di corsa effettiva zero della valvola di controllo. Per fare questo, applicare un palanchino (da tre a cinque piedi-libbre) al braccio serrato sul gambo di controllo. Esercitare una pressione sul gambo della valvola, spingendolo verso l'alto, assicurandosi che vi sia contatto con la valvola. L'indicatore della corsa sulla colonna di guida dovrebbe puntare sullo zero.

Se si sospettano perdite dalla valvola, verificare eventuali danni o presenza di materiale estraneo sulle superfici della sede. Il contatto tra la valvola e la relativa sede deve essere verificato con il gambo in posizione. Verificare le perdite da guarnizioni per steli e raschiatori dei cilindri idraulici e sostituirli, se usurati. Verificare la pressione di precarica del gas dell'accumulatore e correggerla, se necessario.

Verificare la pulizia e il funzionamento scorrevole del relè di scatto. Una quantità di sporcizia anche piccola può causare il grippaggio del relè. Smontare e pulire, se necessario. Se il nucleo mobile del trasformatore LDVT appare disallineato rispetto alla bobina fissa e causa sfregamento alla bobina, provvedere a riallinearlo.

Per ulteriori informazioni sulla valvola di blocco, regolazione e controllo gas combustibile, fare riferimento al Manuale di assistenza tecnica nella scheda Sistema del combustibile.

**4.2.12 Alimentazione idraulica sistema di controllo olio ad alta pressione****Pompa di alimentazione idraulica principale (azionamento con albero cardanico)**

Controllare visivamente la pompa per verificare eventuali perdite dalle guarnizioni di tenuta presso l'albero e la flangia di montaggio. Verificare rumori e vibrazioni della pompa. Verificare gli attacchi di ingresso e scarico, per controllare la presenza di perdite e/o allentamenti. Per garantire un perfetto funzionamento della pompa e dell'impianto idraulico, è importante mantenere il sistema in condizioni di pulizia. La morchia, l'acqua, la sporcizia o le sostanze contaminanti di qualsiasi genere costituiscono potenziali problemi.

**Pompa di alimentazione idraulica ausiliaria**

La manutenzione è limitata alle operazioni della pompa, che non richiedono un completo smontaggio dell'impianto o della pompa; come per perdite o valvole grippate. Innanzitutto, serrare tutte le viti o i raccordi intorno all'area della perdita. Se la pompa continua a perdere, può essere necessario sostituire una guarnizione, o un "O" ring.

Se la pompa non funziona correttamente, o se ci sono segni di danni, si dovrebbe procedere con la revisione, secondo le istruzioni del Manuale di assistenza tecnica, scheda "Sistema di alimentazione idraulica". Prima del rimontaggio assicurarsi che tutte le parti siano pulite e prive di filacce o altro materiale estraneo. Tutte le parti devono essere lavate in un fluido detergente, come il solvente Stoddard (o equivalente). Tutti gli "O" ring e le guarnizioni dovrebbero essere puliti ed esaminati accuratamente, per controllare la presenza di tagli e altri danni. Sostituire tutte le parti danneggiate.

**Collettore di alimentazione idraulica**

I problemi riguardanti le perdite del collettore derivano generalmente da "O" ring danneggiati tra i componenti e la piastra del collettore. Occorre prestare attenzione al riposizionamento di una parte in contatto con il collettore, per evitare di pinzare o danneggiare altrimenti le guarnizioni di tenuta.

Tutti gli attacchi delle tubazioni e quelle dei dispositivi dovrebbero essere verificate ugualmente, per controllare eventuali perdite. Il collettore dovrebbe essere pulito e strofinato. Questo contribuirà a rilevare qualsiasi ulteriore problema legato alle perdite.

**Valvola(e) di sfianto**

La valvola(e) di sfianto dovrebbe sfiatare automaticamente l'eventuale aria presente nei condotti di scarico, all'avviamento della pompa. La valvola si dovrebbe chiudere, non appena il sistema raggiunga 35 psig e sia presente un flusso di olio costante.

**4.2.13 Sistema di controllo ugelli secondo stadio****Insieme controllo ugelli**

I problemi riguardanti le perdite derivano generalmente da "O" ring danneggiati tra i componenti e la piastra di montaggio. Serrare e/o sostituire eventuali parti usurate o danneggiate. Pulire accuratamente l'insieme; questo contribuirà a rilevare qualsiasi ulteriore problema legato alle perdite. Fare riferimento al testo sui Sistemi di scatto olio, protezione e controllo nel Manuale di assistenza tecnica per ulteriori informazioni e per la descrizione dell'insieme in oggetto.

**Accumulatore**

Verificare che la pressione dell'accumulatore sia compresa tra più o meno 25 psig della pressione di carica indicata nelle Specifiche di controllo del Manuale di assistenza tecnica. Se necessario per ricaricare gli accumulatori, fare riferimento alla sezione Sistema di scatto dell'olio del Manuale di assistenza tecnica per le istruzioni sulla ricarica.

### **Cilindro idraulico ugello**

L'unità dell'attuatore idraulico è montata sul collettore e collegata idraulicamente al sistema attraverso portelli dotati di tenuta a "O" ring a ciascuna estremità dell'attuatore, dove avviene l'interfacciamento con il collettore.

Qualora si notino perdite eccessive, sarà necessario sostituire gli "O" ring. Fare riferimento alla sezione Sistema di scatto dell'olio del Manuale di assistenza tecnica per ulteriori informazioni.

### **Servovalvola elettroidraulica (65NV)**

Se il sistema ha un funzionamento discontinuo o rallentato, rimuovere la servovalvola, installare la valvola di risciacquo, compresa nella dotazione, e procedere con il lavaggio del sistema. Se il problema è costituito dalla stessa valvola, sostituire la servovalvola, senza tentare di smontare la valvola sul campo, eccetto per quanto necessario alla sostituzione del filtro. Fare riferimento alla sezione Sistema di scatto dell'olio del Manuale di assistenza tecnica per ulteriori informazioni.

## **4.2.14 Sistema dell'aria di raffreddamento e tenuta**

### **Generalità**

La dispersione dell'aria di raffreddamento in diverse parti della macchina può causare il surriscaldamento degli spazi tra le ruote, un raffreddamento insufficiente della cassa o la riduzione della pressione dell'aria di tenuta dei cuscinetti. Perdite o restrizioni di piccola entità possono determinare il deterioramento delle prestazioni della macchina o la riduzione della vita utile di ugelli, pale a cucchiaino e ruote. Perdite o restrizioni di grande entità possono determinare l'avaria completa della macchina e, in caso di aria di tenuta, perdite di olio dai cuscinetti e incendi, qualora sia presente una fonte di ignizione.

### **Sistema di condutture**

Utilizzando lo Schema delle condutture dell'aria di raffreddamento e tenuta come guida, verificare che tutte le piastre forate e le flange tarate siano ubicate nelle rispettive posizioni. Qualora non sia stato ancora fatto, si consiglia di individuare le dimensioni dell'orifizio sulla targhetta della piastra e posizionare la targhetta nel luogo più comodo e accessibile, in modo che possa essere visionata anche dopo il montaggio. Qualora si utilizzino raccordi con orifizi, verificare che l'orifizio si trovi in posizione nel raccordo, con la linguetta sporgente attraverso il foro.

### **Valvola di sfiato del compressore (VA2-1 e 2)**

Le valvole dovrebbero funzionare in modo scorrevole, senza segni di grippaggio. In caso di grippaggio evidente, lubrificare la molla e il cilindro interno dell'attuatore pneumatico della valvola con il lubrificante spray WD40 o un lubrificante equivalente ad alta temperatura, anti-grippante, durante uno degli arresti pianificati. Rimuovere l'attacco pneumatico dalla valvola, spruzzare il lubrificante nell'attuatore e provare il funzionamento della valvola diverse volte.

### **Trasmettitore di pressione scarico compressore (96CD)**

Verificare che il trasmettitore sia tarato entro i limiti descritti nella Specifica di controllo.



#### **4.2.15 Sistema aria di atomizzazione**

##### **Generalità**

Le perdite dal sistema dell'aria di atomizzazione possono determinare il deterioramento delle prestazioni della macchina, una combustione inadeguata e la produzione di fumi di scarico. Le perdite di grande entità possono causare l'arresto della macchina. Le perdite di grande entità possono causare il riflusso dei prodotti della combustione o di incombusto dal combustore, in particolare se in prossimità delle camere di combustione. Le perdite di grande entità possono causare incendi o esplosioni, qualora sia presente una fonte di ignizione.

##### **Compressore aria di atomizzazione (su basamento o fuori basamento)**

Il sistema dell'aria di atomizzazione è richiesto durante il funzionamento del combustibile liquido, per garantire una pressione sufficiente nella camera dell'aria di atomizzazione del corpo dell'ugello del combustibile, in modo da mantenere il rapporto tra pressione dell'aria di atomizzazione (psia) e pressione di scarico del compressore (psia) a circa 1,2 o superiore attraverso l'intero range operativo della turbina.

Valori crescenti del rapporto di pressione possono essere causati da feritoie di passaggio dell'aria sporche negli ugelli del combustibile. Valori decrescenti del rapporto di pressione possono essere ricondotti a perdite nel sistema o al malfunzionamento del compressore dell'aria di atomizzazione.

Quando una macchina a doppia alimentazione funziona con combustibile gassoso, la pressione del collettore dell'aria di atomizzazione (psia) dovrebbe essere lievemente superiore rispetto alla pressione di scarico del compressore (psia), per un rapporto di circa 1,05. Per aumentare e diminuire i valori della pressione fare riferimento al paragrafo precedente.

Qualora si accerti che il surriscaldamento, il basso rapporto di pressione, il rumore eccessivo di ingranaggi o rotore, il deterioramento della guarnizione di tenuta olio, lo scolorimento del cilindro o la vernice bruciata siano causati da un malfunzionamento del compressore dell'aria di atomizzazione, si dovrà rimuovere il compressore dalla turbina e sostituirlo con una unità nuova o ricondizionata. Non smontare il compressore sul campo. Contattare il proprio Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company in merito alla destinazione del compressore malfunzionante. I compressori dell'aria di atomizzazione dovrebbero essere riconsegnati per la manutenzione preventiva in fabbrica secondo il programma raccomandato dal Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, o secondo quanto determinato in base all'esperienza operativa del relativo utilizzatore. Il rumore eccessivo di ingranaggi o rotore è dovuto solitamente a un disallineamento o alla presenza di materiale estraneo. Il controllo visivo del rotore può essere effettuato attraverso l'attacco di ingresso o uscita dell'aria, oppure attraverso il tappo del tubo sul lato del compressore.

##### **Pre-refrigeratore aria di atomizzazione**

Gli scambiatori sono soggetti a incrostazioni (scorie, depositi di morchia, ecc.) e dovrebbero essere puliti periodicamente, in base alle condizioni specifiche. Un sottile strato di morchia o un deposito di scorie su uno dei due lati del tubo ne riduce notevolmente l'efficacia. Un marcato incremento del calo di pressione e/o una riduzione delle prestazioni indica solitamente la necessità di un intervento di pulizia.

Trascurare la pulizia dei tubi può condurre all'eventuale intasamento degli stessi. Il conseguente surriscaldamento o raffreddamento dei tubi intasati, rispetto ai tubi circostanti, provoca danni fisici e perdite, dovuti al differente coefficiente di dilatazione termica dei metalli.

Se uno dei tubi del prerefrigeratore evidenzia una perdita, è possibile chiudere il tubo nel prerefrigeratore e continuare a usare il fascio tubiero. Consultare General Electric Company per informazioni in merito a quanti tubi possano essere chiusi in un determinato prerefrigeratore, mantenendo comunque prestazioni soddisfacenti da parte del prerefrigeratore durante il funzionamento della turbina a gas. Il materiale selezionato per il tappo conico dovrebbe essere compatibile con il materiale del fascio tubiero del prerefrigeratore. I tappi in acciaio inossidabile sono compatibili con i tubi in acciaio inossidabile del prerefrigeratore. I tappi di ottone sono raccomandati per tubi di rame-nichel 9010 o per tubi di ottone o tubi in ottone per stampaggio a freddo. I tappi in oggetto sono installati nel tubo che perde, presso la piastra tubiera, usando un martello di nylon o cuoio greggio, per evitare danni involontari.

I refrigeratori d'acqua dovrebbero essere verificati, per controllare eventuali perdite lato acqua-aria, ogni tre mesi.

### **Separatori d'aria**

Verificare i condotti di scarico del separatore d'aria, per controllare l'eventuale intasamento, disconnettendo i condotti presso il separatore d'aria e soffiando aria attraverso di essi. Verificare lo scarico di fondo e assicurarsi che anche questo condotto sia aperto.

### **4.2.16 Sistema di avviamento**

#### **Motore diesel**

Vedere Procedure di manutenzione nella sezione Apparecchiature di avviamento del Manuale di assistenza tecnica.

#### **Motore di avviamento**

L'interno e l'esterno del motore dovrebbero essere mantenuti liberi da sporcizia, olio e grasso. I vapori oleosi, i rifiuti o la polvere possono accumularsi e ostruire la ventilazione, determinando il surriscaldamento degli avvolgimenti. La polvere conduttrice abbrevia la distanza di dispersione, penetra negli avvolgimenti e causa cortocircuiti e messe a terra. Le particelle di polvere dure e taglienti irruvidiscono l'isolamento e ne abbreviano la vita utile, dal momento che la polvere viene condotta oltre le superfici delicate dall'aria di ventilazione. La polvere di ghisa è pericolosa per l'isolamento, in quanto è magnetica e agitata da campi magnetici di dispersione. La polvere leggera, innocua al confronto, può essere soffiata via usando aria asciutta, a bassa pressione. Graniglia, polvere di ferro, polvere di carbonio e di rame dovrebbero essere rimosse mediante aspirazione. I coperchi dei tubi per vuoto, usati per compressione o aspirazione, non dovrebbero essere realizzati in metallo.

Per prolungare la vita utile e ottenere un funzionamento soddisfacente, gli avvolgimenti isolati dovrebbero essere mantenuti ragionevolmente liberi da sporcizia, olio, particelle metalliche e altre sostanze contaminanti. Per mantenere pulite le apparecchiature è disponibile una serie di metodi soddisfacenti e accettabili. La scelta del metodo dipenderà dalla disponibilità di tempo, di attrezzature e dal sistema di isolamento.

#### **Turbina di avviamento**

Fare riferimento alle Procedure di controllo, manutenzione e localizzazione guasti nella sezione Apparecchiature di avviamento del Manuale di assistenza tecnica

**Frizione di avviamento**

Controllare visivamente la scanalatura e le ganasce della frizione per verificare la presenza di usura irregolare, scheggiature, bave o altri danni fisici. Controllare eventuali perdite dai cilindri idraulici.

Controllare la sicurezza di tiranteria, perni e hardware. Verificare i giochi delle ganasce della frizione nelle posizioni di innesto e disinnesto. Verificare l'interruttore di fine corsa, per accertarsi che il funzionamento avvenga in base al settaggio appropriato.

**Convertitore di coppia**

Verificare il funzionamento scorrevole del pompante dell'elettrovalvola di scarico 20TV del convertitore di coppia. Applicare grasso silconico all'asta del pompante.

**Gruppo viratore**

Verificare il motore della pompa del viratore (88HR), controllando la pulizia del commutatore e la condizione delle spazzole. Verificare il settaggio della valvola di sicurezza (VR5) e le evidenti perdite di olio della conduttura esterna. La pompa con azionamento del viratore non dovrebbe evidenziare segni di surriscaldamento.

**Treno riduttore ausiliario**

Servendosi delle varie aperture di ispezione, controllare visivamente gli ingranaggi, per verificare la presenza di vaiolatura, rigature, escoriazioni o denti rotti. In occasione dei controlli principali programmati rimuovere il coperchio della scatola del riduttore ausiliario e verificare le condizioni di ingranaggi e cuscinetti.

Prima di completare il rimontaggio, controllare la spruzzatura dell'olio di lubrificazione con la pompa in funzione, per verificare eventuali intasamenti dell'ugello dell'olio e la direzione di spruzzatura.

**4.2.17 Sistema di protezione da sovravelocità - meccanico****Sistema di scatto idraulico**

La pressione dell'olio del sistema di scatto idraulico può indicare la necessità di manutenzione.

- a. Le turbine con funzionamento a monocombustibile dovrebbero mantenere un livello stabile di pressione. Un'evidente calo del livello di pressione potrebbe indicare la presenza di una perdita nel sistema di scatto idraulico o presso la valvola di blocco.
- b. Per le turbine con funzionamento a bicombustibile si dovrebbero registrare la pressione e il tipo di combustibile. I livelli di pressione in presenza dello stesso combustibile dovrebbero rimanere stabili. I livelli possono essere notevolmente diversi tra combustibile gassoso e liquido.

#### **4.2.18 Sistema antincendio a CO2**

##### **AVVERTENZA**



L'ANIDRIDE CARBONICA, IN UNA CONCENTRAZIONE SUFFICIENTE A ESTINGUERE INCENDI, CREA UN'ATMOSFERA TOSSICA PER L'UOMO. È ESTREMAMENTE PERICOLOSO ENTRARE NEL VANO INTERESSATO DOPO L'INTERVENTO DEL SISTEMA A CO2. LE EVENTUALI PERSONE, CHE ABBIANO PERSO CONOSCENZA A CAUSA DELL'ANIDRIDE CARBONICA, DOVREBBERO ESSERE SOCCORSE IL PIÙ RAPIDAMENTE POSSIBILE, E RIANIMATE IMMEDIATAMENTE, PRATICANDO LA RESPIRAZIONE ARTIFICIALE O LA RESPIRAZIONE BOCCA A BOCCA. L'ESTENSIONE E LA TIPOLOGIA DELLE MISURE DI SICUREZZA E DELLE AVVERTENZE PER IL PERSONALE, CHE POSSANO RENDERSI NECESSARIE, DEVONO ESSERE STUDiate PER SODDISFARE I PARTICOLARI REQUISITI DI OGNI SITUAZIONE. SI RACCOMANDA CHE IL PERSONALE SIA ADEGUATAMENTE ADDESTRATO PER AFFRONTARE TALE TIPO DI EMERGENZE.

##### **Rivestimento isolante package di sistema**

Le giunzioni di pannelli di rivestimento, tetto, porte e basamento dovrebbero essere controllate, per verificarne la tenuta. Se le giunzioni non sono stagne, la perdita di CO2 risulterà troppo elevata per consentire un nuovo riempimento. La concentrazione di CO2 non raggiungerà il valore richiesto all'interno dei vani. Il modo più agevole per eseguire l'ispezione consiste nello stare in piedi, all'interno di ciascun vano, in una giornata limpida e soleggiata, con le luci spente. Non ci dovrebbero essere luci visibili attraverso le giunzioni. Occorre prestare particolare attenzione a tutte le porte. La giunzione tra il vano del generatore e il lato posteriore del plenum di scarico, oltre alla giunzione tra il generatore e il basamento della turbina, dovrebbero essere verificate con particolare riguardo. In linea generale, le giunzioni non stagne dovrebbero essere dotate di nuove guarnizioni. Le porte possono essere rese stagne, regolando i riscontri.

##### **Sistema alta pressione**

Il sistema a CO2 dovrebbe essere controllato visivamente, per accertarsi che sia in condizioni di funzionamento adeguate. I manometri sui cilindri pilotati dovrebbero essere verificati, per assicurarsi che la pressione dei cilindri sia a un livello adeguato. La pressione dipende dalla temperatura del cilindro. A 50F la pressione dovrebbe essere di circa 650 psig; a 70F, circa 840 psig; a 105F, circa 1250 psig. Verificare le serrande, per assicurarsi che non siano ostruite ma adeguatamente bloccate.

##### **Cilindri di stoccaggio ad alta pressione**

Disconnettere le testate di scarico da tutti i cilindri e gli insiemi delle elettrovalvole pilota dal cilindro pilota. Pesare ciascun cilindro. Se un cilindro evidenzia una perdita di peso netto superiore al 10 per cento, dovrebbe essere nuovamente riempito o sostituito.

I pesi a vuoto e a pieno di tutti i cilindri sono riportati in modo permanente sui corpi delle relative valvole. Si consiglia di registrare la data e il peso netto sul cartellino applicato, ogni volta che i cilindri vengano pesati.

**Rivelatori di fiamma****AVVERTENZA**

SE I RILEVATORI DI FIAMMA SONO SOTTOPOSTI A VERIFICA IN LOCO, SENZA RIMUOVERLI DAL SISTEMA, IL SISTEMA DI RILASCIO DI CO<sub>2</sub> DEVE ESSERE RESO INOPERANTE E OPPORTUNAMENTE MARCATO PRIMA DELL'INIZIO DI OGNI COLLAUDO.

Il settaggio della temperatura del rivelatore è riportato sulla relativa targhetta identificativa. Non è possibile verificare con precisione la taratura del rivelatore. Se si sospetta che il rivelatore sia fuori taratura, si consiglia di sostituirlo.

**ATTENZIONE**

Gli eventuali danni fisici ai rivelatori di fiamma, compresi, ma senza limitazioni, deformazioni, ammaccature, svergolamenti, fanno sì che i rivelatori perdano taratura e funzionalità. I rivelatori di fiamma dovrebbero essere sostituiti, qualora si riscontrino danni fisici.

Le fiamme libere, come per cannelli a propano o acetilene, non devono essere utilizzate in alcun caso per verificare il funzionamento dei rivelatori di fiamma. L'uso di cannelli a propano o acetilene determina gravi alterazioni o distruzione dei componenti interni dei rivelatori.

Se i rivelatori di fiamma funzionano correttamente, vanno a eccitare il relè 45FTX per lo scatto della turbina. Viene quindi emessa la segnalazione di allarme incendio nel vano accessori, con la discesa della bandierina di segnalazione incendio sul quadro di segnalazione.

**Prove del sistema a CO<sub>2</sub> ad alta pressione**

Sono necessarie due prove separate per garantire che il sistema a CO<sub>2</sub> ad alta pressione sia pronto per il funzionamento. Le prove sono: (1) prova dell'elettrovalvola pilota e (2) prova "Puff". La descrizione della procedura di prova si può trovare nella sezione Organi accessori e ausiliari del Manuale di assistenza tecnica.

**4.2.19 Sistema di controllo della temperatura****Termocoppie di scarico (controllo e sovratemperatura)**

La lettura quotidiana delle termocoppie di scarico contribuirà al monitoraggio del sistema di combustione e all'individuazione di termocoppie difettose. Le variazioni del sistema di combustione possono essere individuate agevolmente, dopo che sia stato stabilito un normale schema di temperature. Le temperature divergenti nel sistema di scarico indicano di solito il deterioramento della camera di combustione, oppure una distribuzione scadente del combustibile (ugelli del combustibile sporchi). Letture delle termocoppie al di sotto dei valori normali indicano il deterioramento delle termocoppie. Sull'unità MS3002 il range previsto per lo scarto della temperatura di scarico è pari a 35 F + 25 F. Si raccomanda di eseguire un controllo, qualora le letture della temperatura di scarico mostrino uno scarto pari a 60F o una variazione di 25F rispetto alla lettura iniziale o all'ultima lettura.

Quando si riesaminano le letture della temperatura di scarico, è importante osservare eventuali tendenze, che possano indicare un deterioramento del sistema di combustione. Le escursioni termiche gradualmente e/o improvvise dovrebbero essere controllate il prima possibile, per determinare la validità delle letture.

Si consiglia di sostituire le termocoppie difettose non appena sia fattibile.

### **Limiti di temperatura delle termocoppie nello spazio tra le ruote**

La temperatura dello spazio tra le ruote della turbina pari a 700E (371C) indica il valore massimo assoluto ammissibile durante il funzionamento a regime.

Le termocoppie, identificate con la rispettiva nomenclatura, sono riportate nel Sommario dispositivi. Le letture della temperatura dello spazio tra le ruote dovrebbe corrispondere alla lettura media di almeno due termocoppie, collocate in posizione quasi diametralmente opposta tra loro nel suddetto spazio. In caso di dubbi ragionevoli sulla lettura di una termocoppia, la lettura in oggetto dovrebbe essere rigettata. Si dovrebbe quindi procedere, rilevando la lettura da un'altra termocoppia (qualora siano installate più di due termocoppie). La termocoppia difettosa dovrebbe essere sostituita non appena possibile.

## **4.2.20 Sistema di rivelazione e protezione dalle fiamme**

### **Rivelatori di fiamma**

Il sistema di rivelazione di fiamma è caratterizzato da due requisiti funzionali fondamentali:

- a. Dev'essere in grado di rivelare la "presenza di fiamma" durante l'avviamento. Il segnale di "presenza di fiamma" costituisce un requisito necessario per continuare la sequenza di avviamento.
- b. Durante il funzionamento il sistema deve rivelare l'"assenza di fiamma" per lo scatto della turbina. Il segnale di "assenza di fiamma" è di importanza critica per la protezione della turbina a gas e delle apparecchiature per il recupero del calore associate (quando previste dalla dotazione).
- c. Il sistema è progettato per rivelare la presenza della radiazione ultravioletta, emessa da una fiamma a idrocarburi, e per fornire un segnale, quando la radiazione venga avvertita per un periodo di tempo sufficiente.

Il sistema di rivelazione di fiamma è composto da un amplificatore e due sensori. L'amplificatore fornisce tensione per azionare i sensori e garantisce un segnale logico di uscita per condizioni in presenza e assenza di fiamma. I sensori reagiscono alla radiazione ultravioletta, proveniente dalla fiamma del combustore e conducono impulsi di corrente. Gli impulsi di corrente sono integrati allo stadio d'ingresso su un amplificatore di rilevamento e commutazione del livello di tensione. Il segnale di tensione cc risultante, proporzionale alla corrente del sensore, è il segnale che indica la "condizione di fiamma".

**ATTENZIONE**

I sensori sono sensibili alla polarità. L'inversione della polarità distrugge il rivelatore!!!

1. Con l'amplificatore del rivelatore acceso, verificare la polarità del collegamento di base presso la scatola di connessione del sensore, leggendo 290 VCC (MIN.) attraverso la coppia di cavetti.
2. Spegner e collegare il cavetto nero del rivelatore su più (+) e il cavetto bianco su meno (-).

- d. Con il sistema collegato, posizionare una sorgente di radiazione ultravioletta di fronte ai sensori e verificare che i relè interni funzionino come indicato, usando un ohmmetro o un dispositivo equivalente presso i contatti. Si noti che una fiamma, generata da un fiammifero di carta, dovrebbe essere rivelata a circa 18 pollici e il sensore dovrebbe emettere un bagliore intermittente color arancio. Se il bagliore continua dopo la rimozione della fiamma, significa che il sensore è guasto e dovrebbe essere sostituito. Qualora non appaia nessun bagliore in presenza di fiamma, il sensore potrebbe essere guasto, ma si dovrebbe accertare anche il corretto funzionamento delle apparecchiature elettroniche.

**Lente dello scanner**

La lente dello scanner dovrebbe essere pulita con un panno asciutto, con la frequenza necessaria in base a un programma regolare. Non tentare di eseguire riparazioni dello scanner né dell'insieme di interruttori. In caso di danni o difetti, sostituire l'apparecchio e riconsegnarlo alla fabbrica.

Il sistema di rilevazione di fiamma non dispone di schede Speedtronic e non richiede regolazioni. Fare riferimento alla Specifica di controllo - Regolazioni del sistema di controllo per il collaudo dei rivelatori di fiamma con l'unità in funzionamento. Fare riferimento alle Specifiche di controllo per spiegazioni in merito all'uscita del segnale logico.

**4.2.21 Sistema di protezione da sovravelocità - elettronico****Pickup magnetici**

I giochi tra il diametro esterno della ruota dentata e la punta del pickup magnetico dovrebbero essere verificati annualmente e in occasione di ogni rimozione e installazione. I giochi dovrebbero essere compresi entro i limiti specificati nel Disegno d'insieme dei dispositivi di controllo, Elenco modelli, articolo 0501, o nel Sommario dispositivi.

**Verifiche della taratura**

Le verifiche della taratura del sistema di protezione da sovravelocità si dovrebbero eseguire annualmente e dopo ogni ISPEZIONE PRINCIPALE, ovvero ogni volta che i cavi siano stati scollegati, o ancora quando sia stata installata una scheda di sovravelocità sostitutiva.

## 4.2.22 Controlli e apparecchiatura Speedtronic

### Pagine di controllo e componenti dell'alimentazione

Gli eventuali segni di corrosione o scolorimento, dovuti al calore, dovrebbero essere esaminati, riparando o sostituendo le apparecchiature, come necessario.

In atmosfere contenenti sostanze contaminanti, come acido solfidrico, acido solforico, anidride solforosa, cloro e diossido di cloro, l'umidità relativa del locale in cui sia ubicato il pannello di controllo SPEEDTRONIC dovrebbe essere mantenuta al 50 per cento o inferiore, per ridurre al minimo qualsiasi possibile problema di corrosione. Rivestimenti conformi sono utilizzati per proteggere le apparecchiature elettroniche; tuttavia, l'elevata umidità relativa può accelerare la corrosione in qualsiasi area non adeguatamente protetta.

### Schede elettroniche, guide porta schede e prese

Pulizia delle schede elettroniche

- a. Immergere la scheda in una soluzione tiepida (circa 100F) di detergente delicato per la casa, come "Lux" o "Vel". Con l'ausilio di una spazzola a setole morbide (un comune pennello sarà sufficiente), strofinare accuratamente.



#### **NOTA**

I detergenti da laboratorio, come "Alconox" o "Neutra-Clean", lean", sono anche più idonei, se diluiti in una soluzione molto delicata. Non utilizzare detersivi per piatti.

- b. Dopo la pulizia sciacquare accuratamente con diversi bagni di acqua potabile corrente, tiepida.
- c. Scuotere via l'acqua in eccesso e immergere in alcool isopropilico, muovendo rapidamente avanti e indietro la scheda nel bagno.
- d. Controllare visivamente se la scheda sia pulita e ripetere la fase **c**, se necessario.
- e. Asciugare accuratamente all'aria per diverse ore, quindi provare la scheda in un pannello operativo. Non usare aria compressa.



#### **ATTENZIONE**

Non usare un pulitore a ultrasuoni per la pulizia della scheda. Potrebbe danneggiare i semiconduttori. Potrebbe anche avere un effetto repellente sui lubrificanti (come quelli usati nei potenziometri), non facili da sostituire sul campo.

Pulizia di guide porta schede e prese

- a. Usando un contenitore aerosol del tipo con pompa a mano, applicare Freon TF o TE solo sull'area da pulire.



**ATTENZIONE**

L'uso di qualsiasi altro solvente/ pulitore eccetto il Freon TF o TE potrebbe determinare la distruzione del Lexan. Viene riportato di seguito un elenco parziale delle sostanze chimiche da non utilizzare.



1. Aldeidi (butirraldeide)
2. Alkali (soda caustica)
3. Ammine (DTA)
4. Idrocarburi aromatici (benzene)
5. Esteri (acetato di etile)
6. Idrocarburi alogenati (cloruro di metilene)
7. Chetoni (MEK)

- b. Attendere due o tre minuti per consentire al solvente di agire, quindi eliminare la sporcizia, strofinando con un panno morbido.

**ATTENZIONE**

Non è consigliabile pulire il lato cablaggio delle prese per le schede elettroniche, a motivo della difficoltà di rimuovere il solvente dopo la relativa applicazione.

**Contatti relè****Pulizia dei contatti**

I contatti relè devono essere puliti e privi di polvere, per eccitare il dispositivo di carico. La fonte principale dei problemi riguardanti i relè è costituita dai contatti di carico sporchi. Molti relè industriali (come i relè del tipo HGA) sono dotati di coperchio a tenuta di polvere. I relè del tipo aperto, in particolare con atmosfera carica di polvere, dovrebbero essere puliti a intervalli regolari. Anche il portacontatti rimovibile dovrebbe essere verificato, per controllare che il funzionamento meccanico risulti scorrevole e vi sia allineamento con i contatti fissi.

Un errore comune riguardante la manutenzione consiste nel ritenere che i contatti irruviditi debbano essere levigati per renderli lisci. Un contatto irruvidito trasmette corrente allo stesso modo di un contatto liscio; di conseguenza, un contatto irruvidito dalla normale formazione di archi, non dovrebbe essere sottoposto a manutenzione. Tuttavia, se un contatto risulta deformato da una formazione di archi elettrici insolita e ha sviluppato una forte sporgenza, si consiglia di ripararlo come descritto di seguito.

I contatti d'argento si ossidano più lentamente rispetto a quelli in rame e formano un ossido autoriducente. La limatura, quindi, non è raccomandata, dal momento che può distruggere completamente i contatti d'argento inutilmente. Qualora sia necessario pulire il contatto d'argento, utilizzare un utensile per la brunitura. Questo utensile è costituito da una striscia flessibile di metallo, con una superficie mordenzata (irruvidita), simile a una lima a taglio finissimo. Non pulire il contatto con coltelli, lime, carta o panni abrasivi. I contatti di rame si ossidano rapidamente alle alte temperature, formando un ossido ad elevata resistenza. Alcune passate con la lima rimuoveranno l'ossido e ne ridurranno la resistenza. Di solito non è necessario limare i contatti, se il dispositivo viene azionato spesso. La leggera abrasione prodotta da un normale intervento di chiusura è sufficiente a rimuovere l'ossido.

**Sostituzione dei contatti e pressione**

Dal momento che le correnti di cortocircuito, che passano attraverso i contatti del relè, possono scioglierli o saldarli completamente, i relè o i contatti relè dovrebbero essere sostituiti, quando necessario.

Via via che il contatto si usura, la pressione del contatto mobile (quando chiuso) viene mantenuta sul contatto fisso mediante le molle di pressione. Il controllo della molla è necessario, dal momento che il riscaldamento può causare rinvenimento e, in ultimo, ridurre la pressione. La pressione corretta della molla è solitamente indicata nella scheda di istruzioni acclusa al relè. (Vedere Volume II del Manuale di assistenza tecnica). Inoltre, la pressione della molla di contatto su uno dei poli può essere paragonata alla pressione sugli altri poli dello stesso contatto. La pressione della molla su tutti i poli dovrebbe essere sostanzialmente la stessa. Se uno dei valori risulta considerevolmente più basso, il contatto deve essere sostituito.

**Formazione di archi tra i contatti**

Un altro problema, associato ai contatti di carico dei relè, riguarda la formazione eccessiva di archi. La formazione di archi avviene all'apertura di un carico induttivo da parte dei contatti, come nel caso di un trasformatore di accensione o di un piccolo campo magnetico generato dal motore cc. La tensione risultante ionizza, o abbatte, l'aria tra i contatti e si forma un arco. L'arco si estingue, quando i contatti sono completamente aperti. Tuttavia, l'arco si può formare ed estinguere diverse volte, a causa del rimbalzo dei contatti. L'arco può essere costituito da una scarica a bagliore o anche un ponticello metallico, che diventa sufficientemente caldo da vaporizzare una piccola porzione del metallo del contatto. La formazione ripetuta di archi causa erosione, vaiolatura e deterioramento generalizzato, con la conseguenza di una resistenza di contatto elevata.

Quando la formazione di archi costituisce un problema, è possibile collegare in serie due o più contatti. La tensione indotta attraverso ciascun contatto viene ridotta di conseguenza. A sua volta, questo riduce o elimina completamente la formazione di archi. Altre soluzioni sono:

- a. Collegare un condensatore e una resistenza attraverso i contatti.
- b. Collegare un diodo attraverso il carico di contatto.

**Temporizzatori (a motore e pneumatici)**

Il circuito della turbina a gas impiega due tipi di temporizzatori. Nel tipo a motore, ca e cc, il motore a frizione comanda l'attuatore, fino all'azionamento dell'interruttore. Il settaggio dei tempi viene effettuato girando la manopola, montata sul pannello frontale. Nel tipo pneumatico, cc, il nucleo del solenoide viene attirato a una velocità controllata dall'aria, che passa attraverso una valvola a spillo, quando la bobina è eccitata. Alla fine del periodo di temporizzazione, viene azionato l'interruttore di carico a scatto.

I contatti del temporizzatore a motore dovrebbero essere approntati secondo le istruzioni indicate nel paragrafo sulla Pulizia dei contatti relè, di cui sopra. L'unico tipo di manutenzione richiesto per il temporizzatore pneumatico consiste nella sostituzione del blocco interruttori e della bobina.

**Quadro di segnalazione Speedtronic**

Usare il pulsante per la prova delle luci, per verificare se le luci del quadro di segnalazione e i relativi driver funzionino correttamente.

### **Pannelli di controllo Speedtronic**

Rimuovere polvere, sporcizia, grasso e olio accumulati sopra o dentro il pannello di controllo. Rimuovere la sporcizia, o la polvere, incrostate con una spazzola rigida. Mediante aspirazione o soffiaggio eliminare la polvere asciutta o leggera con aria compressa asciutta (bassa pressione). Il fluido detergente, come il tricloroetilene, può essere utilizzato per rimuovere olio o grasso.

#### **AVVERTENZA**



IL FLUIDO DETERGENTE DOVREBBE ESSERE UTILIZZATO UNICAMENTE QUANDO SIA POSSIBILE UNA VENTILAZIONE COMPLETA E SOLO IN QUANTITÀ LIMITATE, PER EVITARE PERICOLI AL PERSONALE O DANNI ALL'ISOLAMENTO.

#### **NOTA**



La polvere, la sporcizia, il grasso e l'olio impediscono il normale funzionamento, causando il bloccaggio delle parti mobili, contatti incompleti e cortocircuiti occasionali.

Verificare e serrare tutti i collegamenti allentati. Il surriscaldamento delle parti è riconoscibile dallo scolorimento dei metalli, dall'isolamento bruciato e dall'odore. Una pellicola di ossido di rame si forma sui contatti di rame surriscaldati. La causa del surriscaldamento deve essere localizzata e corretta. Sostituire le eventuali parti danneggiate, in base al bollettino informativo per l'assistenza tecnica dei dispositivi e al relativo schema dei collegamenti.

### **Strumentazione Speedtronic**

A meno che non sia disponibile un meccanico strumentista competente, si raccomanda di riconsegnare lo strumento al fabbricante, o presso un laboratorio, per la taratura e le riparazioni.

In linea generale gli strumenti dovrebbero essere in posizione "zero". Ove possibile, si dovrebbero eseguire correzioni con la regolazione "zero". Se un indicatore non può essere azzerato, significa che è probabilmente piegato, oppure che il braccio della manovella del dispositivo di regolazione "zero" è fuoriuscito dalla normale scanalatura.

Controllare la presenza di indicatori bloccati o con movimento a scatti. Le cause più comuni dei blocchi (o del movimento a scatti) sono date dalla sporcizia sulla scala, dall'indicatore che tocca il vetro, dalla sporcizia in un gap dell'elemento mobile o del magnete smorzatore e dal cuscinetto danneggiato. Correggere secondo quanto necessario.

### **Indicatori luminosi**

Sono presenti due insiemi di indicatori luminosi, con due indicazioni di velocità per ciascun insieme. Gli indicatori si illuminano, quando la velocità della turbina è superiore alla velocità predefinita. Le velocità indicate sono:

Velocità Zero (14HR)

L'indicatore verde si spegne, quando la turbina di alta pressione è a velocità zero.

Velocità Zero (14SR)

L'indicatore verde si spegne, quando il dispositivo di avviamento della turbina è a velocità zero.

Velocità minima di funzionamento (14HM)

L'indicatore verde si accende, quando la turbina di alta pressione accelera fino alla velocità di funzionamento.

Velocità di accelerazione (14HA)

L'indicatore verde si accende, quando la turbina di alta pressione raggiunge la velocità di accelerazione o di autosostentamento.

Velocità operativa (14HS)

L'indicatore verde si accende, quando la turbina di alta pressione accelera fino alla velocità operativa o velocità normale operativa minima.

Velocità operativa (14LS)

L'indicatore verde si accende, quando la turbina di bassa pressione accelera fino alla velocità minima o velocità normale operativa minima.

Indicatore luminoso di incremento/decremento

Uno dei due indicatori verdi si accende, per segnalare un incremento/decremento del punto di regolazione della velocità/del carico.

La modalità, controllando il segnale del combustibile, determina quale dei seguenti indicatori luminosi si debba illuminare:

Indicatore avviamento ugello (blu)

L'indicatore si accende, segnalando che l'ugello secondo stadio variabile è completamente aperto.

Indicatore avviamento combustibile (blu)

L'indicatore si accende, segnalando che il circuito di avviamento controlla il flusso del combustibile.

Indicatore accelerazione HP (alta pressione) (ambra)

L'indicatore acceso segnala che la turbina di alta pressione sta accelerando a una velocità limite predefinita.

Indicatore accelerazione LP (bassa pressione) (ambra)

L'indicatore acceso segnala che la turbina di bassa pressione sta accelerando a una velocità limite predefinita.

Indicatore velocità HP (verde)

L'indicatore acceso segnala che il regolatore di giri della turbina di alta pressione sta effettuando il controllo.

Indicatore velocità LP (verde)

L'indicatore acceso segnala che il regolatore di bassa pressione sta effettuando il controllo.

Indicatore temperatura ugello (rosso)

L'indicatore si accende, quando la temperatura di scarico della turbina sia controllata dall'ugello e venga mantenuta a un limite preselezionato.

Indicatore temperatura combustibile (rosso)

L'indicatore si accende, quando la temperatura di scarico della turbina raggiunga un limite preselezionato. Nel Pannello di controllo SPEEDTRONIC sono compresi i seguenti indicatori

luminosi:

Indicatore di verifica (verde)

L'indicatore si accende, quando determinati circuiti di controllo e protezione, oltre a dispositivi di sistema, siano pronti al funzionamento.

Indicatore START (bianco)

L'indicatore START si accende dopo che un comando di avviamento istantaneo sia stato inizializzato dall'Interruttore generale.

Indicatore di pronto (verde)

L'indicatore si accende, per segnalare che tutti i dispositivi di protezione e autorizzazione all'avviamento della turbina si trovano nella condizione prevista per tale avviamento.

Indicatore sequenza in corso (ambra)

L'indicatore si accende, quando ha inizio l'avviamento o l'arresto effettivo della turbina.

Indicatore dispositivi ausiliari in funzione (ambra)

Quando la turbina si trova nella modalità di avviamento, l'indicatore acceso segnala che i circuiti verso i motori ausiliari sono sotto tensione.

Indicatori di fiamma (ambra)

Segnalano la presenza di fiamma nei combustori.

Indicatore sequenza completata (rosso)

L'indicatore si accende, quando la sequenza di avviamento della turbina sia stata completata (segnalando che la turbina è pronta per il carico).

#### **4.2.23 Gruppo batterie**

##### **AVVERTENZA**



LE BATTERIE RILASCIANO FUMI PERICOLOSI DURANTE IL NORMALE FUNZIONAMENTO. NON FUMARE, NON USARE LUCI NON PROTETTE E NON AVVICINARE FIAMME LIBERE ALLE BATTERIE. PRESTARE LA MASSIMA ATTENZIONE, QUALORA SI USINO STRUMENTI METALLICI O ALTRE APPARECCHIATURE, CHE POSSANO PROVOCARE CORTOCIRCUITI NEI TERMINALI DELLA BATTERIA, CAUSANDO SCINTILLE O FORMAZIONE DI ARCHI, CON POSSIBILI CONSEGUENTI ESPLOSIONI. L'ELETTROLITO È UN ACIDO E PUÒ CAUSARE GRAVI USTIONI. INDOSSARE SEMPRE INDUMENTI PROTETTIVI, COME IL GREMBIULE DI GOMMA, GLI OCCHIALI PROTETTIVI E I GUANTI DI GOMMA, DURANTE L'ESECUZIONE DI INTERVENTI DI MANUTENZIONE O CONTROLLI SULLE BATTERIE.

##### **Batteria**

Pulire l'esterno della batteria con un panno inumidito con acqua. Neutralizzare l'eventuale acido su coperchi o connettori con un panno imbibito con una soluzione di bicarbonato di sodio e acqua. Strofinare per eliminare tutte le tracce di bicarbonato di sodio.

Aggiungere acqua distillata (o approvata) con un dispositivo di riempimento per celle di batteria, quando il livello dell'elettrolito sia basso.

Al momento di verificare la densità relativa dell'elettrolito, correggere la lettura a 77F in modo da leggere 1,230/1,250 per una batteria da 56 celle, o 1,200/1,220 per una batteria da 60 celle: gli scostamenti rispetto a tali letture indicano una batteria parzialmente carica.

Registrare periodicamente la densità relativa, la temperatura e il livello di elettroliti della batteria. Accertarsi che tutti i collegamenti siano serrati e puliti. Verificare su batteria e vano batteria eventuali segni di perdite di elettroliti, che potrebbero essere dovute a riempimento eccessivo, contenitori o coperchi di celle danneggiati, tenute difettose o tappi mancanti.

Oltre a quanto sopra, registrare ogni mese la quantità di acqua eventualmente aggiunta. Verificare e registrare ogni sei mesi la densità relativa e il livello di elettroliti di ciascuna cella. Verificare e registrare la temperatura di ogni cella pilota. Se le letture della densità relativa superano un valore di 2030, o qualora si rendano necessarie riparazioni dei coperchi o dei contenitori, tali riparazioni dovranno essere effettuate immediatamente.

### **Caricabatterie**

Pulire il pannello del caricabatterie da tutte le tracce di sporcizia e polvere con un aspirapolvere o con aria compressa asciutta, a bassa pressione. Verificare ogni sei mesi la tensione di mantenimento sul voltmetro del pannello del caricabatterie, utilizzando un voltmetro standard portatile. Se necessario, regolare il voltmetro del pannello per conformarlo al voltmetro standard mediante la regolazione zero.

Gli eventuali problemi del condensatore si possono riconoscere dalla presenza di un contenitore danneggiato o rotto; un condensatore aperto avrà un aspetto normale. Per verificare i condensatori, aprire per prima cosa l'interruttore automatico ca e disconnettere la batteria dal caricabatterie. A questo punto avviene lo spurgo di tutti i condensatori nel caricabatterie fino al valore di tensione zero. Come seconda cosa, isolare il condensatore da sottoporre a prova e impostare un ohmmetro sulla scala più elevata (applicare puntali di contatto ai terminali del condensatore). Se il condensatore funziona correttamente, si evidenzierà una deviazione definita del contatore, seguita da un decadimento a zero. Se il condensatore non funziona, si evidenzierà una deviazione del contatore ma nessun decadimento, oppure nessuna deviazione in assoluto. Sostituire i condensatori difettosi, applicando la stessa capacità marcata sul dispositivo originale. Vedere l'elenco dei componenti nello schema del caricabatterie, ricevuto unitamente al caricabatterie. I condensatori di filtraggio sono collegati in parallelo e occorre prestare attenzione alle polarità. Il punto di colore rosso indica il polo positivo.

Per individuare i diodi difettosi, disconnettere l'interruttore automatico ac e la batteria dal caricabatterie. Quindi, con un cacciavite isolato, cortocircuitare ogni singolo condensatore. Per ogni trasformatore nel caricabatterie disconnettere uno degli avvolgimenti secondari. Con l'ohmmetro misurare la resistenza attraverso ciascun diodo nelle due direzioni. Posizionare un puntale sul terminale positivo e uno sul terminale negativo del raddrizzatore; annotare la resistenza, quindi invertire i puntali e annotare nuovamente la resistenza. Se le due resistenze hanno valori, alti o bassi, pressoché equivalenti, ciò significa che il diodo è difettoso e dovrebbe essere sostituito. Un diodo correttamente funzionante evidenzierà un valore elevato di resistenza in una direzione e un valore basso nella direzione opposta.

## **4.2.24 Centralina di controllo del motore**

### **Interruttori automatici**

Verificare gli interruttori automatici, per controllare la presenza di danni fisici all'unità di commutazione. Verificare l'unità di commutazione, per controllare la presenza di polvere, sporcizia e la sicurezza di tutti i collegamenti.

### **Contattori e avviatori magnetici**

Verificare se i contatti relè siano saldati tra loro, abbassando l'operatore marrone (attuatore), posizionato alla sommità dell'alloggiamento dei contatti relè di sovraccarico. Quando il relè è in condizione di reset, si deve sentire un click nel momento in cui l'operatore viene abbassato. Ciò indica che i contatti stanno funzionando normalmente.

La verifica della continuità si può effettuare anche disconnettendo il cablaggio di controllo dai terminali del relè e posizionando un set di segnalatori acustici, o uno strumento di misura della resistenza, nel circuito. Collegando uno dei due dispositivi attraverso i terminali relè, verrà indicata la chiusura del relè, fino a quando l'operatore utilizzato per la verifica del contatto non venga abbassato, interrompendo il circuito.

Verificare le superfici di accoppiamento dei magneti e assicurarsi che siano prive di polvere, sporcizia, olio e grasso.

Verificare l'eventuale usura dei contatti d'argento. Se la punta d'argento è usurata, e il supporto della punta di contatto risulta esposto, i contatti devono essere sostituiti. Non limare i contatti d'argento per eliminare sporgenze, scheggiature, graffi, ecc.

### **Relè magnetici**

Verificare le superfici di contatto, per controllarne la pulizia e le eventuali tracce di sporcizia, polvere, olio e grasso, ecc.

Verificare i contatti d'argento, per controllare l'usura, e sostituirli prima che l'argento sia completamente consumato. Non limare i contatti d'argento per eliminare sporgenze, scheggiature, graffi, ecc.

### **Contattori per uso generale**

Controllare il para-arco per verificare i danni fisici. Verificare i giochi degli scaricatori a corna. Verificare le regolazioni della molla per nucleo mobile, la forza di contatto, le distanze tra i tiranti e i cavi.

## **4.2.25 Manutenzione dei sistemi di aerazione e apparecchiature di sistema**

### **Griglia d'ingresso aria**

Le griglie d'ingresso aria, sono posizionate immediatamente a monte dei separatori inerziali, al fine di evitare l'ingresso di volatili, foglie, rametti, materiale cartaceo e altri oggetti simili. Le griglie devono essere mantenute libere da accumuli eccessivi di tali tipi di rifiuti, in modo da garantire il passaggio del flusso d'aria.

### **Separatori inerziali**

I separatori inerziali sono normalmente autopulenti e non richiedono la manutenzione ordinaria, tipica dei filtri per l'aria, che raccolgono e trattengono le particelle di polvere. Tuttavia, il sistema dovrebbe essere controllato a intervalli regolari, per verificare l'integrità degli attacchi con guarnizione di tenuta o i danni accidentali. Le celle dei separatori inerziali dovrebbero essere esaminate una volta all'anno, per verificare l'accumulo di depositi. Una leggera patina di polvere è normale e non pregiudica il funzionamento o l'efficienza delle celle. In alcune installazioni, tuttavia, le celle possono essere interessate occasionalmente da accumuli più spessi di sporcizia sulla superficie, dovuti alla presenza di nebbia d'olio o altri vapori di tipo simile nell'aria. Tali accumuli sui separatori riducono l'efficacia della pulizia o aumentano le restrizioni o entrambe. In tali casi le celle dovrebbero essere pulite. Le celle possono essere pulite, senza rimuoverle, spazzolando le superfici delle pale e/o soffiando aria compressa. I separatori inerziali rimovibili possono essere puliti in una soluzione detergente o con altri solventi idonei.

Le ventole di spurgo devono essere accese, ogni volta che la turbina sia in funzione. Se le ventole di spurgo non sono operative, quando la turbina è in funzione, non viene garantita l'efficacia della pulizia all'interno dei separatori inerziali.

I motori delle ventole di spurgo richiedono una manutenzione periodica come descritto nel "Grafico orientativo per la lubrificazione" nel [Paragrafo 2](#) , "Procedure standard", delle Istruzioni di controllo e manutenzione nel Volume 2.

### **Pre-filtri intermedi**

Una batteria di pre-filtri intermedi può essere posizionata a valle dei separatori inerziali e immediatamente a monte dei filtri intermedi ad alta efficienza. Lo scopo dei pre-filtri intermedi è prolungare la vita utile dei filtri ad alta efficienza. Il metodo più accurato, per determinare quando il pre-filtro intermedio debba essere sostituito, consiste nel misurare l'incremento della restrizione dovuta all'accumulo di sostanze contaminanti attraverso la relativa sezione. A tal fine l'unità dovrebbe funzionare unicamente con filtri puliti ad alta efficienza, installati. La pressione differenziale dovrebbe essere misurata e registrata. Quindi, si dovrebbero installare i pre-filtri, provvedendo successivamente a una nuova registrazione del calo di pressione. In questo caso si tratta del calo di pressione combinato attraverso tutti gli stadi di filtraggio. Quando il manometro indica un incremento nella perdita di pressione, corrispondente a quanto raccomandato dal fabbricante, i pre-filtri devono essere rimossi e scartati. Prima di installare dei nuovi pre-filtri, la perdita di pressione attraverso i filtri ad alta efficienza dovrebbe essere registrata e confrontata con il valore originale. La procedura di cui sopra dovrebbe essere ripetuta, fino a quando il calo di pressione attraverso i filtri ad alta efficienza non sia aumentato, fino a raggiungere i limiti specificati dal fabbricante. A quel punto i filtri ad alta efficienza dovranno essere sostituiti.

### **AVVERTENZA**



LA PRESSIONE DIFFERENZIALE ATTRAVERSO LA PORTA DEL VANO FILTRI IN ENTRATA, MENTRE LA TURBINA A GAS È IN FUNZIONE, PUÒ CAUSARE LA CHIUSURA RAPIDA DELLA PORTA O DIFFICOLTÀ NELL'APERTURA DELLA PORTA DALL'INTERNO DEL VANO. SI DEVONO EVITARE TENTATIVI DI ENTRARE NEL VANO FILTRI MENTRE LA TURBINA È IN FUNZIONE, A MENO CHE NON SIANO STATE APPLICATE MISURE SPECIALI PER GARANTIRE LA SICUREZZA.

Il pre-filtri con media filtranti possono essere sostituiti, mentre la turbina a gas è in funzione. Durante l'esecuzione di questa operazione:

- a. osservare le avvertenze indicate sopra.
- b. Estrarre dalle tasche tutti gli oggetti non fissati, indossare occhiali di sicurezza ed elmetti.
- c. Rimuovere i pre-filtri, cominciando dalla fila di filtri situati più in alto.
- d. Rimuovere per primi tutti i pre-filtri sporchi e quindi iniziare l'installazione dei filtri puliti.
- e. I filtri puliti dovrebbero essere installati, cominciando con la fila di filtri situata più in basso.

### **Filtri intermedi ad alta efficienza**

I filtri ad alta efficienza sono posizionati a valle dei separatori inerziali e comprendono l'ultimo stadio di filtraggio. I filtri hanno un'efficienza di circa il 99,7% con polvere fine di prova AC. Il metodo più accurato, per determinare quando il filtro intermedio debba essere sostituito, consiste nel misurare l'incremento della restrizione dovuta all'accumulo di sostanze contaminanti attraverso la relativa sezione. A tal fine l'unità dovrebbe funzionare unicamente con filtri puliti ad alta efficienza, installati.



La pressione differenziale dovrebbe essere misurata e registrata. In questo caso si tratta del calo di pressione combinato attraverso tutti gli stadi di filtraggio. Quando il manometro indica un incremento nella perdita di pressione, corrispondente a quanto raccomandato dal fabbricante, i filtri devono essere rimossi e nuovi filtri installati.

Al momento di installare i nuovi filtri si dovrebbero controllare tutte le guarnizioni, assicurandosi che siano in buone condizioni e in posizione corretta. Non ci dovrebbero essere perdite di polvere oltre il bordo dei filtri e il telaio.

#### **AVVERTENZA**



NON SI DOVREBBE TENTARE LA SOSTITUZIONE DEGLI ELEMENTI DEI FILTRI AD ALTA EFFICIENZA, MENTRE LA TURBINA A GAS SIA IN FUNZIONE.

#### **Porta di bypass**

La porta(e) di bypass è posizionata a valle degli elementi dei filtri. Le porte in oggetto sono progettate per aprirsi con una depressione (pressione) statica predeterminata, tipicamente 5" w.g. Le porte, normalmente, non dovrebbero mai aprirsi. La loro funzione è quella di una misura di sicurezza, progettata al fine di evitare l'arresto della turbina e/o l'implosione del condotto di entrata, in conseguenza di un blocco improvviso o anomalo del sistema di ammissione. Di conseguenza, è importante che il sistema di pulizia dell'aria sia sottoposto a manutenzione, prima che la depressione statica aumenti fino al punto di provocare l'apertura della porta di bypass. La turbina non è protetta e quindi l'aria non filtrata penetrerebbe all'interno, una volta aperta la porta di bypass. La porta di bypass è dotata di guarnizione, per impedire le perdite d'aria. La guarnizione dovrebbe essere verificata periodicamente e riparata, qualora si riscontrino possibili perdite.

La porta di bypass è provvista di un interruttore, in modo da emettere un allarme all'apertura della porta. In caso di allarme si dovrebbero attuare immediatamente misure atte a determinare la causa dell'evento e porvi rimedio.

Si consiglia di attivare manualmente l'interruttore di fine corsa una volta all'anno, per verificare l'adeguato funzionamento dei circuiti.

#### **Vano d'ingresso, condotto di entrata e silenziatori**

Durante i periodi di arresto i separatori inerziali non sono in funzione. Ciò consente alla polvere trasportata di passare e penetrare nel vano d'ingresso. Prima di avviare l'unità in seguito a periodi di arresto, il vano dovrebbe essere controllato e pulito, se necessario.

Il condotto di entrata e il silenziatore dovrebbero essere controllati almeno una volta all'anno, per verificare la presenza di perdite o materiale intrappolato. È possibile garantire la tenuta contro le perdite, utilizzando un apposito sigillante per calafataggio. Il materiale intrappolato dovrebbe essere rimosso, per evitare possibili danni provocati da corpi estranei. Le tracce di ruggine od ossidazione dovrebbero essere raschiettate, provvedendo quindi alla ridipintura, tranne che sul materiale Cor-Ten.

#### **Separatori di umidità**

Nelle unità dotate di separatori di umidità, questi dispositivi sono tipicamente posizionati tra i separatori inerziali e i filtri intermedi ad alta efficienza.

### **Refrigeratori evaporativi**

I dispositivi di controllo della pompa del refrigeratore evaporativo dovrebbero essere attivati manualmente, quando la temperatura ambiente a bulbo secco sia superiore a 60F e circa mezz'ora prima dell'avviamento della turbina a gas. Dopo la chiusura degli interruttori del generatore, i dispositivi di controllo dovrebbero passare alla modalità "automatica". Questa procedura consentirà di bagnare l'intera batteria di media prima del flusso d'aria, impedendo così il trascinamento dell'acqua allo stato liquido nell'aria da media asciutti.



#### **NOTA**

Al termine del periodo di raffreddamento pulire i serbatoi e lavare i media con acqua.

### **Regolazione flusso d'acqua**

Aprire le valvole, che regolano il flusso d'acqua verso il collettore principale, fino a circa 3 giri dalla posizione di completamente chiuso. Con la turbina in funzione verificare il media nel refrigeratore. Se il media non è completamente bagnato (tipicamente all'estremità opposta rispetto alla pompa), aprire la valvola con incrementi di mezzo giro, fino a che il media non risulti completamente bagnato. Attendere cinque minuti tra le regolazioni della valvola perché avvenga la bagnatura. Una volta settate le valvole, non sono necessarie ulteriori regolazioni, a parte la verifica periodica della bagnatura del media durante il funzionamento giornaliero. In alcuni refrigeratori può succedere che il sistema di distribuzione dell'acqua non consenta all'acqua di raggiungere gli ultimi 12 pollici del media lontano dalle pompe, in qualsiasi condizione: si tratta di un fenomeno normale e non pregiudica in alcun modo le prestazioni.



#### **NOTA**

L'erogazione di una quantità eccessiva di acqua verso il collettore principale può causare il trasferimento di acqua allo stato liquido nella corrente d'aria. Erogare unicamente una quantità di acqua sufficiente a mantenere la saturazione del media.

### **Arresto del funzionamento della pompa**

Circa mezz'ora prima dell'arresto della turbina a gas spegnere i dispositivi di controllo della pompa. Ciò consentirà al media di asciugarsi completamente, evitando possibili fenomeni di condensa nel condotto di entrata, quando la turbina non sia in funzione.

## 5 MANUTENZIONE PROGRAMMATA DELLA TURBINA

### 5.1 CONTROLLI CON UNITÀ IN FUNZIONAMENTO

I controlli con unità in funzionamento consistono in osservazioni condotte mentre l'unità è in esercizio. La turbina dovrebbe essere controllata secondo un programma prestabilito, da definire come parte del programma di manutenzione dell'unità, conformemente ai requisiti dell'operatore.

### 5.2 OPERAZIONI AUSILIARIE DI ROUTINE

Oltre alle procedure di manutenzione dettagliate, indicate di seguito, occorre considerare il controllo giornaliero (o a breve termine) del funzionamento e dell'aspetto della turbina a gas. La seguente checklist mira a fornire assistenza, per definire i programmi di manutenzione ordinaria delle turbine a gas.

#### 5.2.1 Cabina di controllo



##### **AVVERTENZA**

DURANTE L'OCCUPAZIONE DELLA CABINA DI CONTROLLO DELL'UNITÀ OSSERVARE TUTTI GLI AVVISI E LE PRECAUZIONI DI SICUREZZA.

- a. Verificare le condizioni del pannello di controllo del generatore della turbina e delle luci della centralina di controllo del motore.



##### **NOTA**

La sostituzione delle lampadine, mentre l'unità è in funzione, potrebbe determinare un arresto involontario dell'unità.

- b. Accertarsi che tutti gli strumenti siano funzionanti e leggibili; pulire la superficie di vetro, se sporca, e sostituire i vetri rotti.
- c. Verificare periodicamente l'elemento del filtro nel condizionatore d'aria del vano in oggetto; pulirlo, se necessario.
- d. Controllare i segni di cavi allentati o soggetti a sfregamento e programmare interventi correttivi, se richiesto.
- e. Pulire il pavimento.
- f. Annotare il livello di energia erogata dal caricabatterie.

#### 5.2.2 Vano turbina



##### **AVVERTENZA**

DURANTE L'OCCUPAZIONE DEL VANO TURBINA OSSERVARE TUTTI GLI AVVISI DI SICUREZZA.

- a. Controllare i due sistemi di illuminazione ca e cc del vano. Sostituire le lampadine fulminate.

- b. Controllare i seguenti elementi per verificare perdite d'aria, di scarico, olio di lubrificazione, combustibile o acqua
  - 1. tubazione combustibile
  - 2. conduttura aria di atomizzazione
  - 3. giunzioni a quattro vie
  - 4. basi di appoggio della turbina
  - 5. giunzioni orizzontali
  - 6. giunzioni verticali
  - 7. camere di combustione
  - 8. guarnizioni di tenuta flessibili scarico
- c. Controllare il vano per verificarne la pulizia. Rimuovere sporco, stracci o altri rifiuti; eliminare con uno straccio le tracce d'olio, di combustibile e d'acqua.
- d. Annotare la presenza di raccordi, componenti di condutture o accessori allentati o vibranti e programmare interventi correttivi, se necessario.

### **5.2.3 Vano accessori**

- a. Controllare il sistema di illuminazione ca e cc del vano. Sostituire le lampadine fulminate.
- b. Controllare eventuali perdite dai seguenti elementi:
  - 1. conduttura combustibile
  - 2. filtri del combustibile
  - 3. pompa del combustibile
  - 4. convertitore di coppia
  - 5. filtro dell'olio di lubrificazione
  - 6. scatola del riduttore
  - 7. pannello manometri
  - 8. collettore idraulico
  - 9. filtri idraulici
- c. Annotare le condizioni del pannello manometri; pulire gli strumenti sporchi, programmare la riparazione dei manometri danneggiati, verificare la taratura, qualora i manometri non indichino valori ragionevoli per l'arresto.
- d. Pulire il pavimento, eliminando le tracce di sporcizia, acqua, olio e altri rifiuti. Localizzare l'origine delle perdite.
- e. Annotare la presenza di condutture, tubi protettivi o altri raccordi, allentati o vibranti e programmare le riparazioni, se necessario.
- f. Verificare le superfici della frizione, controllando che siano pulite e non danneggiate. Pulire o programmare la manutenzione, secondo quanto appropriato.
- g. Controllare segni di surriscaldamento sui componenti accessori (come lo scolorimento della vernice) e programmare un controllo di manutenzione o sottoporre a prova i componenti interessati.

### **5.2.4 Sistemi fuori basamento**

- a. Annotare la presenza di condutture, tubi protettivi o raccordi allentati o vibranti. Programmare interventi di manutenzione, se necessario.

- b. Pulire i pavimenti, eliminando le tracce di sporcizia, acqua, combustibile o lubrificante. Raccogliere e smaltire stracci e altri rifiuti.

### **5.2.5 Generalità**

- a. Verificare le guarnizioni di tenuta delle porte, controllando se siano deteriorate. Programmare la sostituzione, se necessario.
- b. Controllare i livelli di olio di arresto turbina, compressore aria di atomizzazione, compressore booster aria di atomizzazione e viratore. Annotare eventuali discrepanze, esaminarne le cause e riempire nuovamente tutti i componenti fino al livello di olio adeguato, secondo quanto richiesto.

## **5.3 REGISTRAZIONE DATI**

I dati operativi dovrebbero essere registrati per consentire una valutazione dei requisiti prestazionali e di manutenzione delle apparecchiature. Tra i dati tipici sono compresi il carico, la temperatura di scarico, le vibrazioni, il flusso e la pressione del combustibile, il controllo e le variazioni della temperatura di scarico e il tempo di avviamento.

Si consiglia di controllare e registrare il livello di vibrazioni dell'unità. Variazioni minime del livello di vibrazioni si verificano con il mutare delle condizioni operative. Tuttavia, le variazioni di maggiore entità del livello di vibrazioni o una tendenza continua all'aumento richiedono un intervento correttivo.

Il sistema del combustibile dovrebbe essere controllato, per verificare in linea generale il rapporto tra flusso del combustibile e carico. Si dovrebbero controllare i valori della pressione del combustibile attraverso il sistema. Le variazioni di pressione del combustibile possono indicare che le feritoie di passaggio degli ugelli del combustibile siano intasate (sporcizia) o che i componenti di misurazione del combustibile siano danneggiati o fuori taratura.

Si dovrebbero misurare le variazioni della temperatura di scarico della turbina. Un aumento nello scarto della temperatura indica un deterioramento del sistema di combustione o problemi con la distribuzione del combustibile. Se non si pone rimedio all'inconveniente, si deve prevedere una riduzione della vita utile delle parti a valle.

Una delle più importanti funzioni di controllo da esaminare riguarda il sistema di controllo della temperatura di scarico, oltre ai relativi circuiti di scatto di emergenza per sovratemperatura. La verifica abituale del funzionamento e della taratura di questi sistemi ridurrà al minimo l'usura nelle parti calde.

Il tempo di avviamento (quando la turbina a gas è nuova) è un eccellente riferimento, con cui confrontare e valutare i parametri operativi successivi. Una curva di parametri di avviamento relativi a velocità, segnale VCE combustibile, temperatura di scarico e parametri di riferimento della sequenza critica in funzione del tempo dal segnale di avviamento iniziale fornisce una buona indicazione in merito alla precisione del sistema di controllo, del sistema del combustibile, degli ugelli del combustibile, dell'accensione e del sistema di combustione. Le deviazioni rispetto alle condizioni normali aiutano a identificare problemi imminenti, variazioni nella taratura o componenti danneggiati.

I dati operativi dovrebbero essere registrati per consentire una valutazione dei requisiti prestazionali e di manutenzione delle apparecchiature. I dati dovrebbero essere registrati dopo che la turbina a gas abbia raggiunto il funzionamento a regime in ogni condizione di carico. Il funzionamento a regime è definito quale variazione non superiore a 5F della temperatura dello spazio tra le ruote per un intervallo di 15 minuti. Sono di seguito elencate le schede del registro dati operativi consigliate per le unità MS3002:

### 5.3.1 Dati operativi MS3002

I dati devono essere registrati a vuoto e con 1/4, 1/2, 3/4 di carico e a pieno carico. Nelle unità a bicomustibile i dati dovrebbero essere registrati per ambedue i combustibili. Nelle turbine ad azionamento meccanico, i punti di carico basso e parziale sono difficili da ottenere; di conseguenza, non si dovrebbero avere carichi prima dell'accoppiamento fino al raggiungimento del carico.

	(0)	(1/4)	(1/2)	(3/4)	Pieno carico
Combustibile	_____	_____	_____	_____	_____
rpm velocità turbina HP	_____	_____	_____	_____	_____
rpm velocità turbina LP	_____	_____	_____	_____	_____
Ore di funzionamento	_____	_____	_____	_____	_____
Contatore avviamenti manuali	_____	_____	_____	_____	_____
Contatore avviamenti totali	_____	_____	_____	_____	_____
Contatore rapido avviamenti a carico	_____	_____	_____	_____	_____
Contatore interruttori generatore (se applicabile)	_____	_____	_____	_____	_____
Altitudine d'installazione (piedi)	-	_____	_____	_____	_____
Pressione barometrica, in. Hg	_____	_____	_____	_____	_____
Temperatura aria ambiente °F	_____	_____	_____	_____	_____
TEMPERATURE (°F)					
Aria dopo refrigeratore evaporativo	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico compressore, a sinistra	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico compressore, a destra	_____	_____	_____	_____	_____
Spazio tra le ruote anteriori di primo stadio, interno	-	_____	_____	_____	_____
Spazio tra le ruote anteriori di primo stadio, esterno	-	_____	_____	_____	_____
Spazio tra le ruote posteriori di primo stadio, esterno	-	_____	_____	_____	_____
Spazio tra le ruote anteriori di secondo stadio, esterno	-	_____	_____	_____	_____
Spazio tra le ruote anteriori di secondo stadio, esterno	-	_____	_____	_____	_____
Spazio tra le ruote posteriori di secondo stadio, esterno	-	_____	_____	_____	_____
Spazio tra le ruote posteriori di secondo stadio, esterno	-	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 1	-	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 2	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 3	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 4	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 5	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 6	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 8	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 9	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 10	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 11	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 12	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico turbina, n. 13	_____	_____	_____	_____	_____
Scatto scarico turbina, n. 1	_____	_____	_____	_____	_____
Scatto scarico turbina, n. 2	_____	_____	_____	_____	_____

	(0)	(1/4)	(1/2)	(3/4)	Pieno carico
Scatto scarico turbina, n. 3					
Scatto scarico turbina, n. 4	_____	_____	_____	_____	_____
Scatto scarico turbina, n. 5	_____	_____	_____	_____	_____
Scatto scarico turbina, n. 6	_____	_____	_____	_____	_____
Collettore principale lubrificazione cuscinetti	_____	_____	_____	_____	_____
* Rigeneratore uscita-sinistra	_____	_____	_____	_____	_____
* Rigeneratore uscita-destro	_____	_____	_____	_____	_____
* Compressore aria di atomizzazione	_____	_____	_____	_____	_____
- Entrata Collettore aria di atomizzazione	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico serbatoio acqua	_____	_____	_____	_____	_____
Spurghi cuscinetti (se utilizzati)	_____	_____	_____	_____	_____
Posizione					
	PRESSIONI (PSIG)				
Lubrificante, scarico pompa principale		_____	_____	_____	_____
Lubrificante, collettore principale cuscinetti	_____	_____	_____	_____	_____
Scarico compressore principale	_____	_____	_____	_____	_____
Collettore principale acqua di raffreddamento	_____	_____	_____	_____	_____
Circuito di scatto idraulico	_____	_____	_____	_____	_____
Filtro principale posteriore combustibile	_____	_____	_____	_____	_____
Collettore aria di atomizzazione	_____	_____	_____	_____	_____
Filtro lubrificante, entrata	_____	_____	_____	_____	_____
Filtro lubrificante, uscita	_____	_____	_____	_____	_____
Ugello combustibile, n. 1	_____	_____	_____	_____	_____
Ugello combustibile, n. 2	_____	_____	_____	_____	_____
Ugello combustibile, n. 3	_____	_____	_____	_____	_____
Ugello combustibile, n. 4	_____	_____	_____	_____	_____
Ugello combustibile, n. 5	_____	_____	_____	_____	_____
Ugello combustibile, n. 6	_____	_____	_____	_____	_____
Filtro combustibile HP, uscita	_____	_____	_____	_____	_____
Filtro combustibile HP, entrata	_____	_____	_____	_____	_____
Alimentazione combustibile	_____	_____	_____	_____	_____
Alimentazione gas combustibile	_____	_____	_____	_____	_____
Valvola di blocco, regolazione e controllo gas combustibile posteriore	_____	_____	_____	_____	_____
	INPUT PRESTAZIONALI				
Flusso combustibile					
Temperatura combustibile (con prestazione in corso) °F	_____	_____	_____	_____	_____
Valore riscaldamento combustibile - LHV (basso) o HHV (alto) (con prestazione in corso)	_____	_____	_____	_____	_____
	GENERATORE (se applicabile)				
Tensione di uscita, 1-2	_____	_____	_____	_____	_____
Tensione di uscita, 2-3	_____	_____	_____	_____	_____
Tensione di uscita, 3-1	_____	_____	_____	_____	_____
Corrente di fase, 1	_____	_____	_____	_____	_____
Corrente di fase, 2	_____	_____	_____	_____	_____

	(0)	(1/4)	(1/2)	(3/4)	Pieno carico
Corrente di fase, 3	_____	_____	_____	_____	_____
Vars	_____	_____	_____	_____	_____
Tensione di campo	_____	_____	_____	_____	_____
Corrente di campo	_____	_____	_____	_____	_____
Temperatura statore (°C)					
1	-	_____	_____	_____	_____
2	-	_____	_____	_____	_____
3	-	_____	_____	_____	_____
4	-	_____	_____	_____	_____
5	-	_____	_____	_____	_____
Chilowattora, totale	_____	_____	_____	_____	_____
Chilowattora (con prestazione in corso)	-	_____	_____	_____	_____
Tempo (secondi) per 20 giri del disco KWHR	_____	_____	_____	_____	_____
Costante contatore KWHR	_____	_____	_____	_____	_____
* Unità rigenerative solo in caso di strumentazione disponibile.					

	A vuoto	1/2 carico	Pieno carico
DATI SULLE VIBRAZIONI			
Carico	_____	_____	_____
RPM – hp	_____	_____	_____
RPM - lp	_____	_____	_____
Riduttore, H	_____	_____	_____
Riduttore, V	_____	_____	_____
Riduttore, A	_____	_____	_____
Giunto ausiliario, estremità riduttore	_____	_____	_____
Giunto ausiliario, estremità turbina	_____	_____	_____
Cassa compressore, H (presso piastra di supporto)	-	_____	_____
Cassa compressore, V (presso piastra di supporto)	-	_____	_____
Cassa compressore, A (presso piastra di supporto)	-	_____	_____
Guscio turbina, H (presso flangia posteriore)	-	_____	_____
Guscio turbina, V (presso flangia posteriore)	_____	_____	_____
Guscio turbina, A (presso flangia posteriore)	_____	_____	_____
Sede cuscinetto n. 4, orizzontale	_____	_____	_____
Sede cuscinetto n. 4, verticale	-	_____	_____
Sede cuscinetto n. 4, assiale	-	_____	_____
Giunto di carico, estremità turbina	_____	_____	_____
Giunto di carico, estremità carico	_____	_____	_____
Apparecchiature condotte	_____	_____	_____
Estremità turbina, H	_____	_____	_____
Estremità turbina, V	_____	_____	_____
Estremità turbina, A	_____	_____	_____
Estremità esterna, H	_____	_____	_____



Estremità esterna, V		_____	_____	_____
Estremità		_____	_____	_____
VERIFICHE AVVIAMENTO (Settaggi finali)				
		VCE	Valvola di controllo gas	Pompa combustibile
1	Corsa pompa combustibile o valvola gas	-	_____	_____
	Accensione	_____	_____	_____
	Riscaldamento	_____	_____	_____
	Acc.	_____	_____	_____
	Max. Min.	_____	_____	_____
	Settaggi relè di velocità (velocità turbina)	_____	_____	_____
2	14HM (velocità minima)	Tempo di eccitazione		Tempo di diseccitazione
	14HA (accelerazione)	_____		_____
	14HS (alta velocità)	_____		_____
	14HR (velocità zero)	_____		_____
	Sovravelocità	_____		_____
3	Turbina a gas, HP	_____	_____	_____
	Turbina a gas, LP	_____	_____	_____
	Dispositivo di avviamento (se applicabile)	_____	_____	_____
		_____	_____	_____
		VARIE		
	Serbatoio lubrificazione	_____	_____	_____
	Livello serbatoio acqua di raffreddamento	_____	_____	_____
	Posizione anello controllo ugelli	-	_____	_____
	Pressione olio controllo ugelli	-	_____	_____

## 5.4 CONTROLLI SPECIALI

### ISPEZIONI BOROSCOPICHE (DOCUMENTO ORIGINALE GEK-28159)

#### 5.4.1 Generalità

La turbina a gas è dotata, nella cassa della turbina e in quella del compressore, di dispositivi atti a consentire il controllo visivo, mediante boroscopio ottico, del rotore del compressore di stadio o stadi intermedi, delle pale a cucchiaino e dei setti degli ugelli della turbina di primo e secondo stadio.

I suddetti dispositivi, consistenti in fori allineati in senso radiale attraverso le casse e gli anelli interni fissi della turbina, sono progettati per consentire l'introduzione di un boroscopio ottico nelle aree del percorso di flusso del gas o dell'aria di una turbina a gas non in funzione. I boroscopi ottici sono utilizzati per garantire il controllo visivo delle parti rotanti e fisse, senza rimuovere le casse superiori di compressore e turbina.

### 5.4.2 Aree di controllo

Se gestito da un tecnico qualificato, il boroscopio consente un controllo rapido delle seguenti aree, riducendo al minimo il tempo di fermo macchina, il fabbisogno di manodopera e la perdita di produzione.

- a. Sezione della turbina
- b. Compressore di flusso assiale
- c. Sistema di combustione



#### **NOTA**

Il sistema di combustione può essere esaminato, rimuovendo gli ugelli del combustibile per accedere.

Nella Tabella 9 sono riportati i criteri previsti per il controllo di queste aree. Nella Tabella 9 sono elencati la posizione dei fori di accesso e il numero degli stessi per ciascuna posizione.

Nella Figura 31 sono evidenziati i fori di accesso del boroscopio per le varie posizioni.

AREA DI ACCESSO	MOTIVO DEL CONTROLLO
Pale del compressore	Danno dovuto a corpi estranei Accumulo di sporcizia Corrosione Erosione alle estremità Assottigliamento del bordo d'uscita
Involucro della camera di combustione (pezzo di transizione)	Erosione alla radice delle pale dello statore Gioco alle estremità Punti caldi Incrinatura
Ugelli della turbina	Ingobbimento Usura Metallo mancante Danno dovuto a corpi estranei Corrosione
Pale a cucchiaio della turbina	Fori di raffreddamento bloccati Cricche Inarcamento del bordo d'uscita Erosione Bruciatura Danno dovuto a corpi estranei

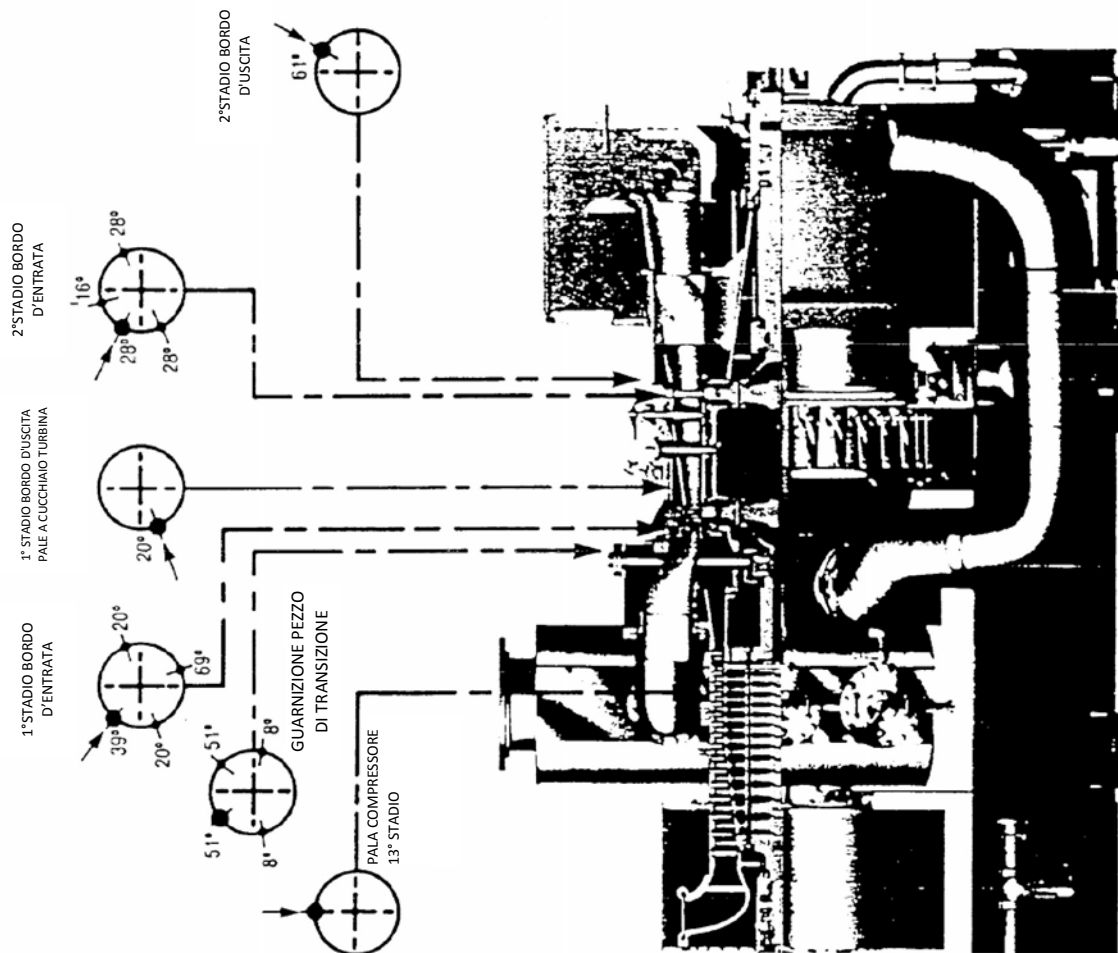
Metallo mancante

Tabella 9 - CRITERI DI CONTROLLO MS-3002

IDENTIFICAZIONE	POSIZIONE	NUMERO DI FORI
Statore e rotore del compressore tredicesimo stadio	16,963" da fronte della flangia anteriore della cassa di scarico del compressore	1
Bordo di uscita ugello primo stadio e bordo di entrata pala a cucchiaino primo stadio	3,79" da fronte della flangia anteriore della cassa della turbina	4
Bordo di uscita pala a cucchiaino primo stadio	9,80" da fronte della flangia anteriore della cassa della turbina	1
Bordo di uscita ugello secondo stadio e Bordo di entrata pala a cucchiaino secondo stadio	Flangia verticale posteriore della cassa della turbina	4
Bordo di uscita pala a cucchiaino secondo stadio	2,60" dalla flangia anteriore della cassa di scarico	1
Guarnizioni di tenuta dei pezzi di transizione	3,25 dalla flangia posteriore dell'involucro della camera di combustione	4

Tabella 10 - POSIZIONI DEI FORI DI ACCESSO DEL BOROSCOPIO MS-3002

**TURBINA A GAS MS 3002  
ACCESSO  
PER ISPEZIONE BOROSCOPICA**



- Accesso controllo primario (controllo normale)
- Accesso controllo secondario (per ugelli aggiuntivi)

**Figura 31 - Posizioni dei fori di accesso del boroscopio**

### 5.4.3 Apparecchiature richieste

Un boroscopio rigido con sistema di lenti rigide di alta qualità più un fascio di fibre ottiche flessibile, per introdurre la luce nella punta del boroscopio, utilizzando un proiettore di luce esterno, costituisce l'apparecchiatura base, necessaria per il controllo visivo della turbina e del compressore. Il sistema di combustione, inclusi i pezzi di transizione, può essere controllato unicamente mediante un boroscopio flessibile a fibre ottiche. Vedere la [Figura 32](#) e la [Figura 33](#).

Un tecnico qualificato, utilizzando questa apparecchiatura, è in grado di effettuare osservazioni visive e registrare i dettagli osservati.

Tra le ulteriori apparecchiature ausiliarie, utili a integrare l'apparecchiatura di base, sono compresi una montatura o dispositivo di supporto del boroscopio, gli accessori di dotazione della fotocamera, la fotocamera e una telecamera in grado di registrare e dotata di monitor con funzione playback. Vedere la [Figura 34](#) e la [Figura 35](#).

## 5.5 PROGRAMMAZIONE DELLE ISPEZIONI BOROSCOPICHE

Pianificando un programma di ispezioni boroscopiche sia per il compressore sia per la turbina, è possibile aprire l'unità della turbina solo quando necessario per riparare o sostituire le parti. Si noti che gli intervalli di ispezione si basano su modalità operative medie dell'unità. Sulla base dell'esperienza, della modalità operativa della singola unità e dei combustibili utilizzati è possibile modificare gli intervalli.

Il programma di ispezioni boroscopiche dovrebbe comprendere:

- a. Ispezione di base e registrazione delle condizioni, con documentazione sia scritta sia fotografica, al momento dell'avviamento.
- b. Ispezione periodica e registrazione dei risultati.

L'applicazione di un programma di monitoraggio, con utilizzo del boroscopio, consentirà di programmare i fermi della macchina e pianificare anticipatamente le parti necessarie, riducendo i costi di manutenzione e ottenendo una maggiore disponibilità e affidabilità della turbina a gas.

### 5.5.1 Servizio di assistenza per ispezioni boroscopiche

Il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company è in grado di redigere preventivi e fornire tecnici e apparecchiature, garantendo assistenza per la definizione di un programma di monitoraggio delle condizioni della macchina.

Tale tipo di supporto comprende anche la valutazione tecnica dei dati e la correlazione dei dati con altre unità in applicazioni di tipo simile.

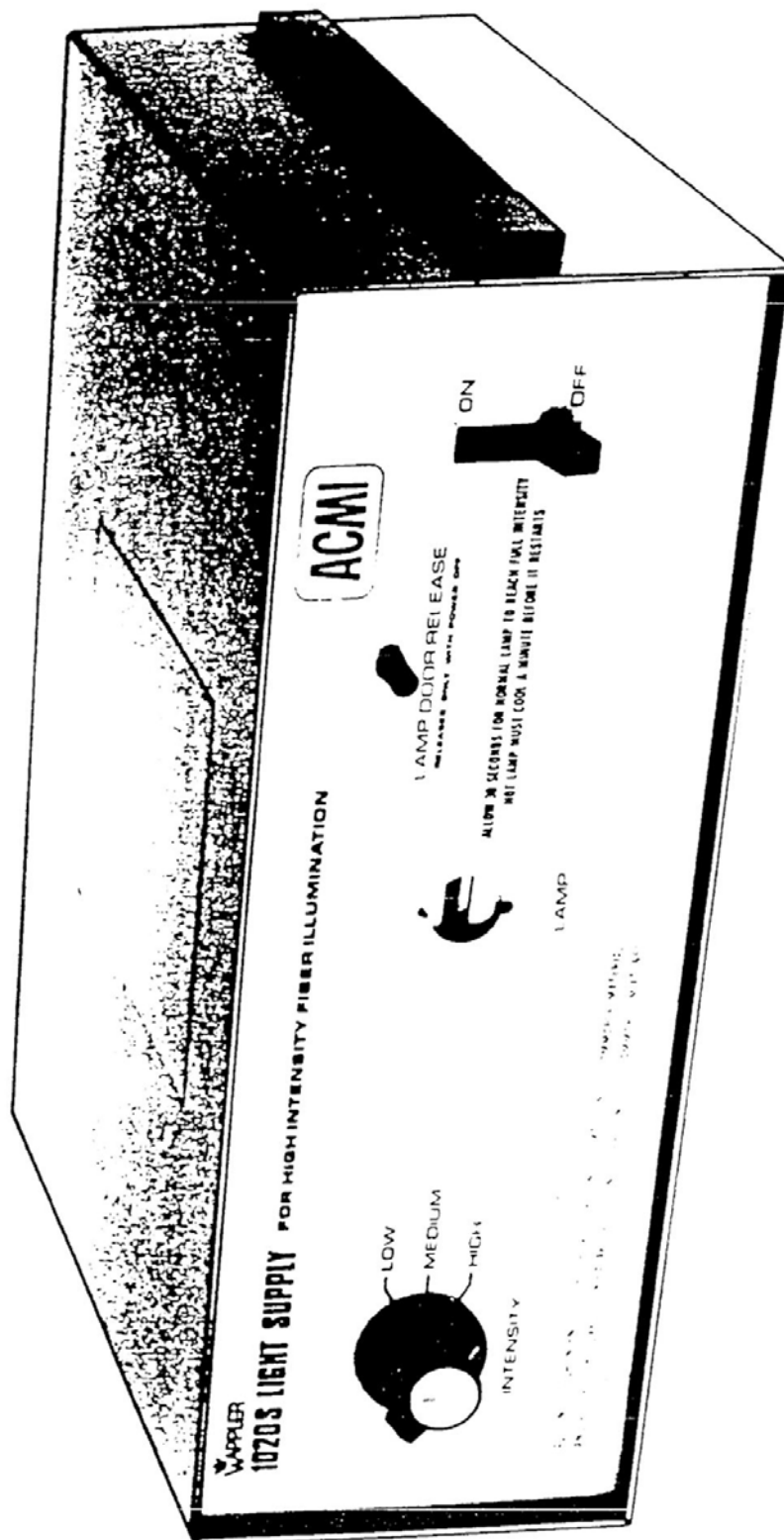
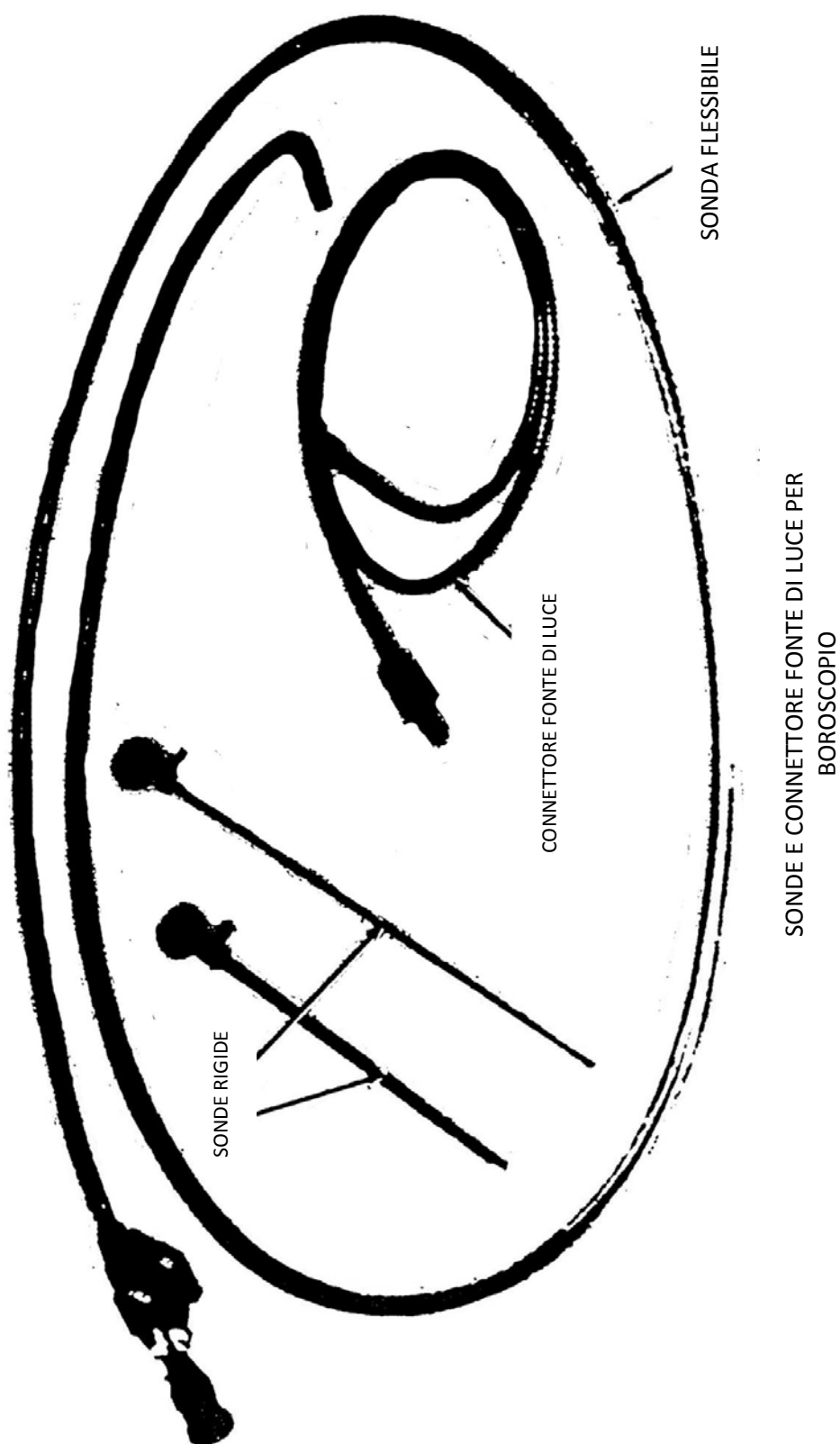
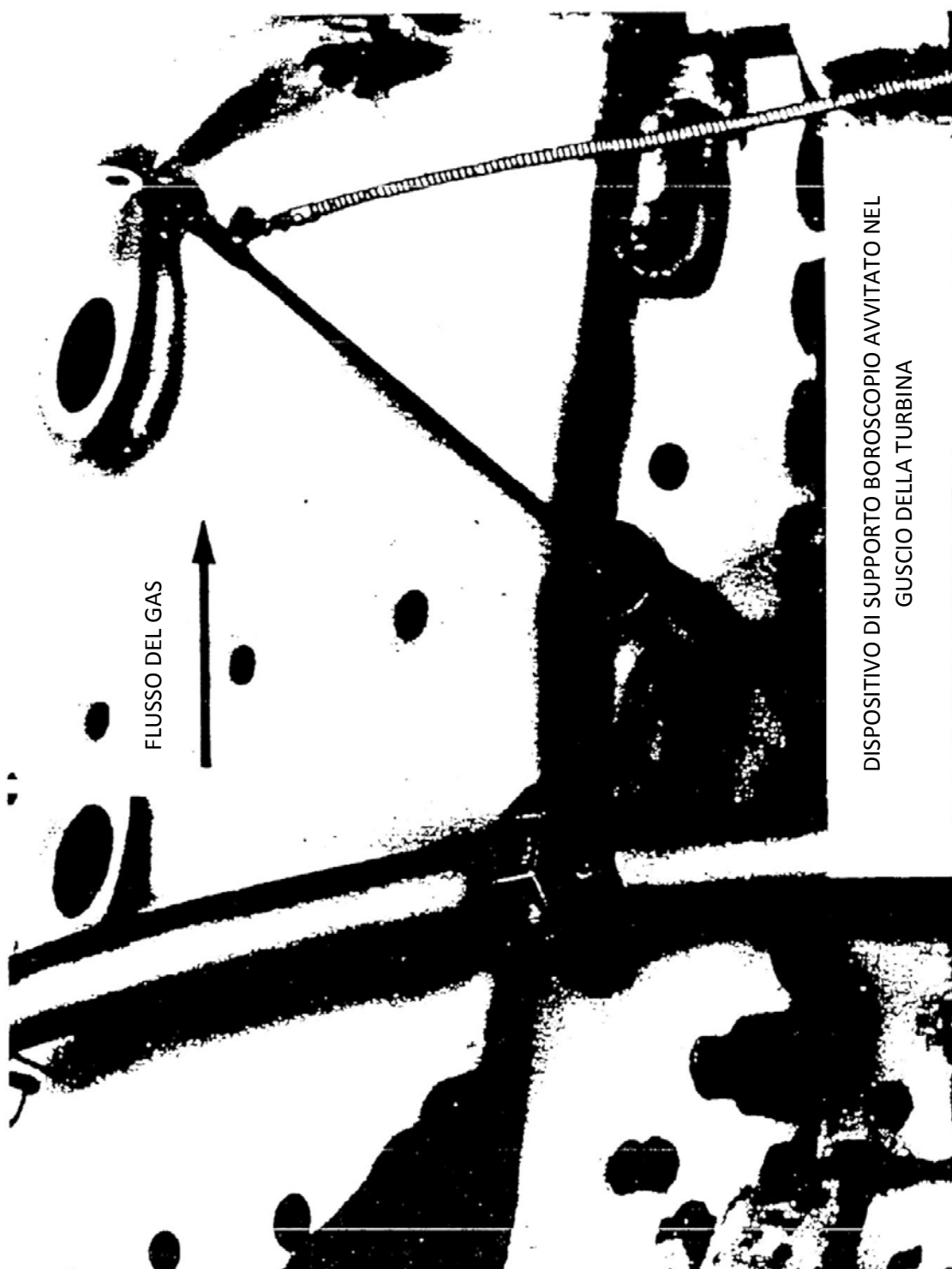


Figura 32 - Fonte di luce per boroscopio

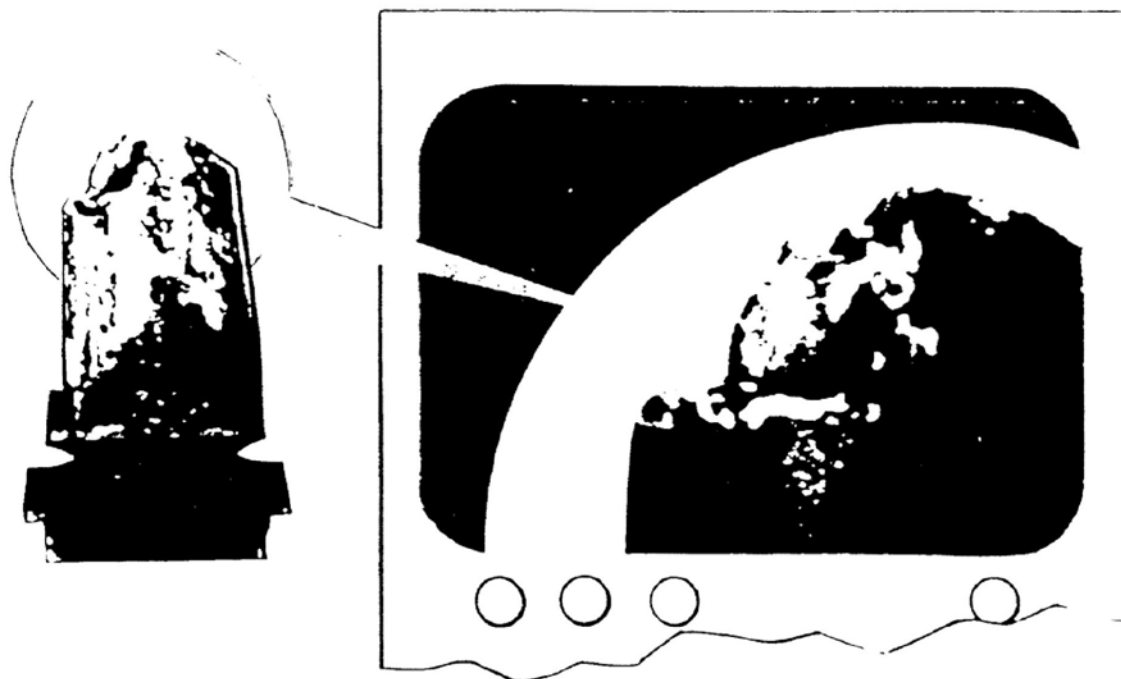


**Figura 33 - Sonda e connettore fonte di luce per boroscopio**



**Figura 34 - Dispositivo di fissaggio per endoscopio**





**Figura 35 - Presentazione monitor**

### 5.5.2 Procedura d'ispezione

- a. Preparazione della turbina a gas per l'ispezione boroscopica
  1. La turbina a gas deve essere in arresto e le temperature dello spazio tra le ruote della turbina non devono superare i 180 F (82 C), prima dell'inserzione del boroscopio.

#### NOTA



L'esposizione del boroscopio a temperature più elevate può danneggiare in modo permanente il fascio di fibre ottiche interno.

2. Per la posizione dei fori di accesso per l'ispezione boroscopica vedere [Figura 31](#) . Dovendo effettuare una normale ispezione boroscopica, rimuovere i tappi di chiusura solo dai fori di accesso (marcati con B.S. sulle casse della turbina), definiti come Accesso ispezione primaria - ispezione normale. Vedere [Figura 31](#) .

**NOTA**

Tutti i fori sulla cassa della turbina MS-3002 sono dotati di un tappo interno sottostante al tappo filettato. Ambedue i tappi devono essere rimossi per accedere. Assicurarsi che i tappi interni siano riposizionati correttamente dopo il completamento dell'ispezione.

3. Durante l'ispezione alle pale del compressore e alle pale a cucchiaino della turbina è necessario ruotare il rotore in modo incrementale, per portare ognuna delle pale a cucchiaino entro il campo visivo del boroscopio. A tale scopo è possibile utilizzare una binda idraulica.

**ATTENZIONE**

L'erogazione dell'olio di lubrificazione ai cuscinetti del rotore deve essere

mantenuta durante  
l'ispezione del boroscopio.

4. Si dovrebbe stabilire per il rotore un dato "zero", marcando il giunto di carico. Ciò garantirà il riferimento necessario per determinare un giro o posizioni angolari intermedie.
5. Con i fori di accesso aperti è possibile inserire il boroscopio, accendere la luce ON e regolare l'intensità luminosa. Si raccomanda di dare inizio all'ispezione con il compressore e procedere attraverso ogni stadio della turbina.
6. La procedura dovrebbe prevedere il controllo visivo di tutte le parti fisse visibili (statori del compressore e ugelli della turbina) e di ogni pala a cucchiaino/pala ad ogni stadio visibile, dalla radice alla punta, comprese le piattaforme e le guarnizioni di tenuta delle punte. Per i criteri d'ispezione vedere [Tabella 9](#).

**NOTA**

Per scopi di orientamento fisico la lente dell'obiettivo presso la punta del boroscopio è spostata di 180 gradi rispetto al connettore della fonte di luce sottostante all'oculare.

7. Una volta completata l'ispezione, assicurarsi che tutti i tappi di chiusura sui fori di accesso per il boroscopio siano riposizionati e serrati.
8. Se le parti interne della turbina risultassero sporche in modo anomalo (sporcizia o vapori d'olio penetrati all'interno), la turbina dovrà essere pulita prima di procedere con l'ispezione boroscopica. Per la pulizia del compressore vedere [Paragrafo 2](#), Procedure standard, Pulizia del compressore della turbina a gas nel presente Manuale di assistenza tecnica.

**NOTA**

Il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General

Electric Company è in grado di fornire tecnici specializzati nell'uso del boroscopio, qualora si necessitasse di assistenza durante l'impiego dell'apparecchiatura del boroscopio.

## 6 ISPEZIONE COMBUSTIONE

### **ATTENZIONE**



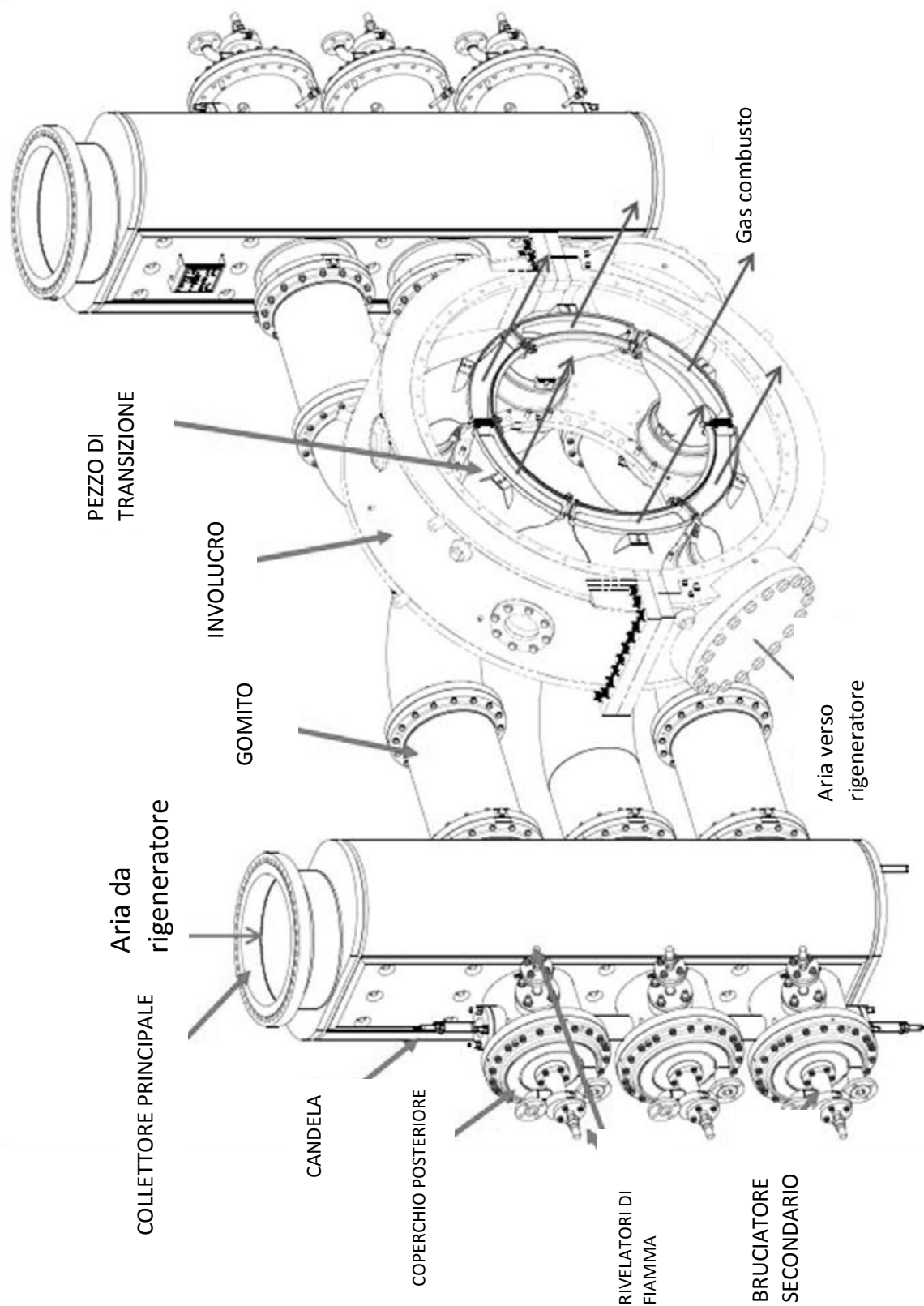
Prima di procedere con il controllo della combustione, assicurarsi che la turbina a gas sia isolata, che il sistema a CO<sub>2</sub> sia disattivato e che il sistema a gas combustibile sia isolato e spurgato.

### 6.1 PROCEDURA DI SMONTAGGIO PER SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN

La presente procedura non esclude il rischio di possibili incidenti; fare riferimento all'analisi della sicurezza sul lavoro del proprio sito (JSA: job safety analysis) o alla valutazione dei rischi (RA: risk assessment) per informazioni in merito alle speciali procedure di movimentazione o ai requisiti dei dispositivi di protezione individuale (DPI).

Accertarsi che il motore sia spento e che le parti interne ed esterne si siano raffreddate. Prima di smontare i componenti per il controllo, occorre eseguire alcune operazioni preliminari:

- a. Spegnere il sistema di allarme antincendio
- b. Interrompere l'alimentazione di energia elettrica
- c. Intercettare il condotto del combustibile
- d. Rimuovere, se necessario, i componenti del package, che possano interferire con lo smontaggio successivo.
- e. Rimuovere l'isolamento termico.
- f. Applicare i contrassegni di sicurezza sui cavi elettrici.
- g. Contrassegnare tutte le condutture e gli orifizi smontati.
- h. Disconnettere tutte le flange delle condutture primarie di alimentazione del gas sui coperchi posteriori.
- i. Disconnettere tutte le flange delle condutture secondarie di alimentazione del gas sui bruciatori secondari.
- j. Rimuovere i tubi per lo spurgo dei rivelatori di fiamma.
- k. Rimuovere i cavi elettrici (ad es.: cavi dei rivelatori di fiamma e delle candele), che possano interferire con lo smontaggio delle parti da controllare.
- l. Chiudere le estremità delle condutture disconnesse e tutte le altre aperture con coperchi e nastro adesivo.



**Figura 36**

**6.1.1 Operazione 1****Rimuovere i pannelli laterali del vano turbina (se applicabile)**

- a. Predisporre il sollevamento dei pannelli laterali, utilizzando il sollevatore a forbice. Sbullonare i cardini dall'intelaiatura e sollevare i pannelli, allontanandoli dall'unità. Rimuovere solo i pannelli necessari per l'accesso ai componenti dell'area di combustione.

**6.1.2 Operazione 2****Rimuovere gli accessori fissati al tetto (se applicabile)**

- a. Disconnettere l'illuminazione, la tubazione del CO<sub>2</sub> e le eventuali altre apparecchiature fissate al tetto.
- b. Rimuovere la bulloneria del tetto lungo i lati sinistro e destro e rimuovere la bulloneria, che trattiene i profilati di tenuta all'estremità anteriore e posteriore. Rimuovere ambedue i profilati di tenuta.

### 6.1.3 Operazione 3

#### **Sollevamento del tetto del vano turbina (se applicabile)**

- a. Predisporre il sollevamento del tetto, utilizzando un'imbracatura a quattro bracci con morsetti tirafilo nei bracci anteriori e un paranco a catena, fissato al gancio della gru principale. Collocare il gancio del paranco a catena in posizione intermedia. Sollevare il gancio del paranco a catena, in modo da tendere tutti i cavi, usando i morsetti tirafilo, sollevare l'estremità anteriore del tetto, per liberare il plenum d'ingresso. Con il tetto in posizione inclinata sollevare e allontanare, passando al di sotto del condotto di scarico. Abbassare e collocare l'insieme del tetto su un blocco di legno, facendo attenzione a non danneggiare gli ugelli di scarico del sistema a CO<sub>2</sub>.

### 6.1.4 Operazione 4

#### **Rimuovere la metà superiore delle condutture dell'aria di tenuta e raffreddamento**

- a. Sbullonare le flange della conduttura dell'aria di raffreddamento alla sommità dell'involucro della camera di combustione e presso la giunzione orizzontale della cassa della turbina. Rimuovere la conduttura.
- b. Rimuovere i tre condotti di raffreddamento dai perni di supporto, disconnettendo il condotto di raffreddamento presso il collettore e il raccordo presso il perno di supporto.
- c. Identificare la posizione di tutte le condutture e gli orifici.
- d. Sbullonare le flange del collettore di mandata di raffreddamento dello spazio tra le ruote, presso la giunzione orizzontale della cassa della turbina, rimuovere le staffe di supporto e sollevare la metà superiore del collettore, allontanandolo dall'unità.
- e. Coprire con nastro adesivo tutte le estremità delle condutture aperte. Identificare la posizione delle condutture.
- f. Sbullonare le flange del collettore di mandata di raffreddamento, relativo alla cassa della turbina, alla sommità della cassa e appena sotto la giunzione orizzontale, e rimuovere il collettore.
- g. Coprire con nastro adesivo tutte le aperture delle condutture. Identificare la posizione delle condutture.

### 6.1.5 Operazione 5

#### **Come rimuovere le candele (vedere " [Figura 37](#) e [Figura 49](#) ")**

- a. Le candele (posizione 10) devono essere rimosse dalle flange del collettore principale, svitando i tiranti (posizione 33), i dadi (posizione 26) e le bussole (posizione 23).
- b. Rimuovere la guarnizione (posizione 18).
- c. Rimuovere il tubo di propagazione di fiamma fittizio (posizione 13).



#### **ATTENZIONE**

Si dovrebbe predisporre una nuova guarnizione per il successivo rimontaggio. Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi.

### 6.1.6 Operazione 6

#### **Come rimuovere i rivelatori di fiamma (vedere " [Figura 48](#) ")**

- a. I rivelatori di fiamma primari (posizione 9) possono essere rimossi dalle flange del collettore principale, svitando i tiranti (posizione 33), i dadi (posizione 26) e le bussole (posizione 23).
- b. Rimuovere la guarnizione (posizione 18).
- c. I rivelatori di fiamma secondari (posizione 11) possono essere rimossi dal bruciatore secondario, allentando le viti (posizione 28).
- d. Rimuovere la guarnizione (posizione 20).

**ATTENZIONE**

Si dovrebbe predisporre una nuova guarnizione per il successivo rimontaggio. Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi.

**6.1.7 Operazione 7**

**Come rimuovere i bruciatori secondari (vedere " [Figura 37](#) , [Figura 40](#) e [Figura 42](#) ")**

- a. I bruciatori secondari (posizione 2) possono essere movimentati senza utensili.
- b. Rimuovere le viti (posizione 29) e la guarnizione (posizione 22).

**ATTENZIONE**

Si dovrebbe predisporre una nuova guarnizione per il successivo rimontaggio. Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi.

Prestare attenzione a non danneggiare la punta del bruciatore durante la rimozione dello stesso.

**6.1.8 Operazione 8**

**Come rimuovere i coperchi posteriori (vedere " [Figura 40](#) e [Figura 41](#) ")**

**ATTENZIONE**

Si consiglia di rimuovere i coperchi posteriori (posizione 1), cominciando da quelli superiori (camere di combustione CC n. 1 e 6).

- a. Ogni coperchio posteriore può essere sollevato, usando i punti di sollevamento idonei M16 per golfari. Assicurarsi che i bruciatori secondari non siano installati sul coperchio posteriore.
- b. Rimuovere le viti (posizione 30) e la guarnizione (posizione 21).
- c. I rivelatori di fiamma secondari (posizione 11) possono essere rimossi dal bruciatore secondario, allentando le viti (posizione 28).
- d. Fare scorrere il coperchio posteriore nella direzione assiale della camera di combustione, in modo da estrarre i perni e gli ugelli del gas.



**ATTENZIONE**

Si dovrebbe predisporre una nuova guarnizione per il successivo rimontaggio. Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi.

Prestare attenzione a non danneggiare gli ugelli del combustibile durante la rimozione del bruciatore. Prestare attenzione a non danneggiare la punta del bruciatore durante la rimozione dello stesso.

**6.1.9            Operazione 9**

**Come rimuovere le camicie e i manicotti di mandata (vedere “ [Figura 37](#) e [Figura 45](#) ”)**

**ATTENZIONE**

Si consiglia di iniziare dalle camere di combustione superiori (n. 1 e 6).

- a. Sbloccare il tubo di propagazione di fiamma femmina (posizione 15), rimuovendo il fermo (posizione 16), quindi lasciarlo cadere verso il basso.
- b. La camicia superiore può essere rimossa usando gli utensili idonei e staccando i due tubi di propagazione di fiamma, femmina e maschio.
- c. Rimuovere il manicotto di mandata (posizione 12) dopo aver svitato le viti (posizione 31) e il perno (posizione 11).
- d. Ripetere la procedura di cui sopra per le camere n. 2 e 5, quindi per le camere n. 3 e 4.

**ATTENZIONE**

Si consiglia di movimentare il manicotto di mandata e la camicia, usando dispositivi di sollevamento (ad es. funi), ma è possibile eseguire l'operazione manualmente, a terra, con l'intervento di 2 o 3 persone.

Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi.

Prestare attenzione a non danneggiare i componenti di accoppiamento durante i movimenti.

**6.1.10            Operazione 10**

**Come rimuovere il collettore principale (vedere “ [Figura 37](#) e [Figura 43](#) ”)**

- a. Tenendo sollevato il collettore principale (posizione 5) mediante una gru, rimuovere il supporto della molla al di sotto del collettore (non compreso nella distinta base materiali della camera di combustione), rimuovere le viti (posizione 32) e i dadi (posizione 27) sulla flangia lato gomito, quindi disaccoppiare il collettore, staccandolo dai gomiti.
- b. Rimuovere le guarnizioni (posizione 19).

**ATTENZIONE**

Si consiglia di sollevare il collettore principale, usando quattro (4) golfari a filetto lungo M20 con dado (non in dotazione); applicarli a pari distanza sulla flangia superiore attraverso i fori.

Si dovrebbero predisporre nuove guarnizioni per il successivo rimontaggio. Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi.

Prestare attenzione a non danneggiare le superfici di accoppiamento durante i movimenti.

**6.1.11 Operazione 11**

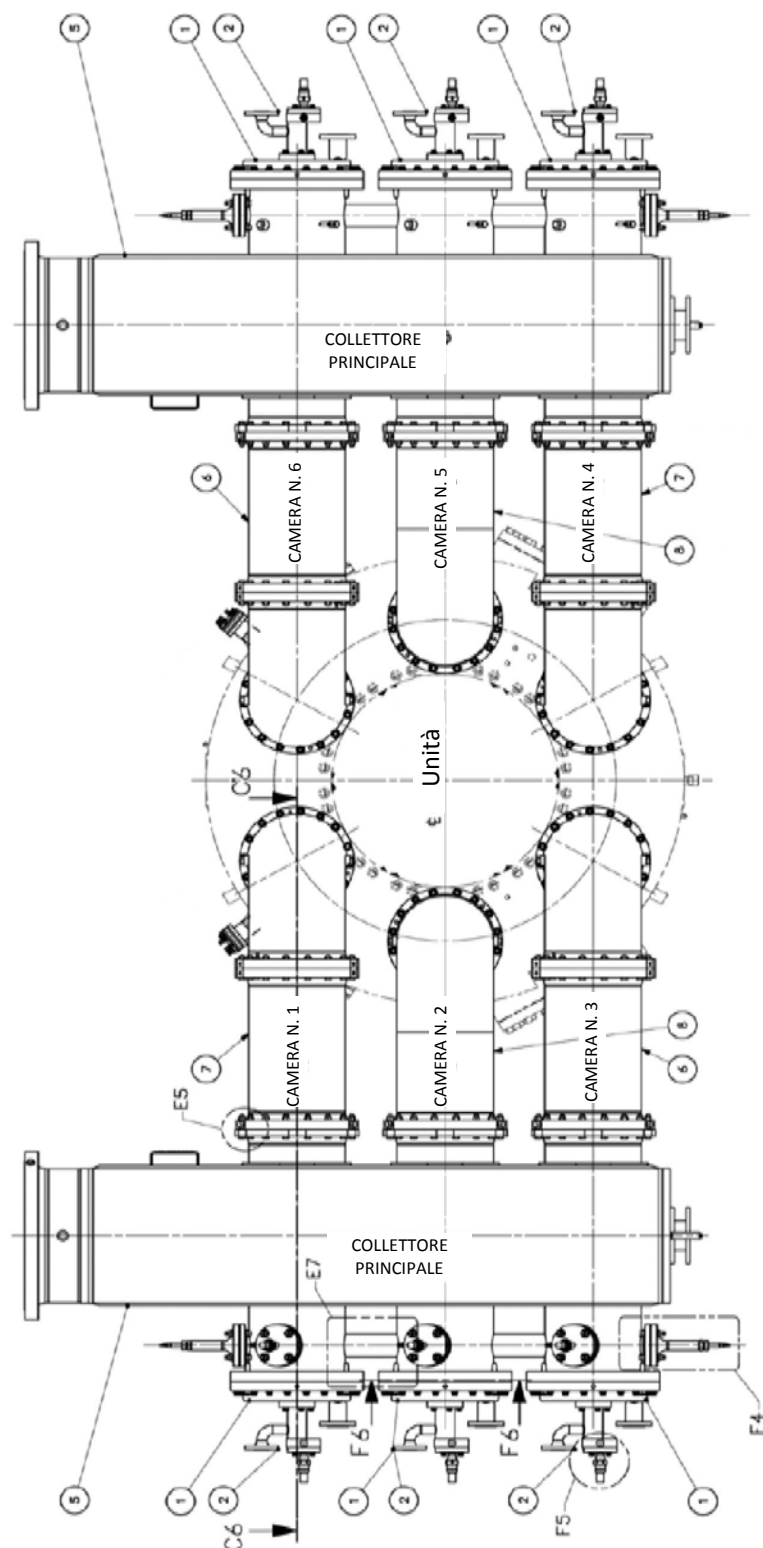
**Come rimuovere i gomiti (vedere “ [Figura 38](#) , [Figura 44](#) e [Figura 46](#) ”)**

- a. Iniziare lo smontaggio dal gomito superiore (camere di combustione n. 1 e 6).
- b. Tenendo sollevati i gomiti (posizione 6, 7, 8) mediante una gru, rimuovere le viti (posizione 37, 38, 24, 25) e disaccoppiare le flange, spostando il gomito nella direzione assiale del motore.
- c. Rimuovere le guarnizioni (posizione 36) e l'anello di tenuta (posizione 35).

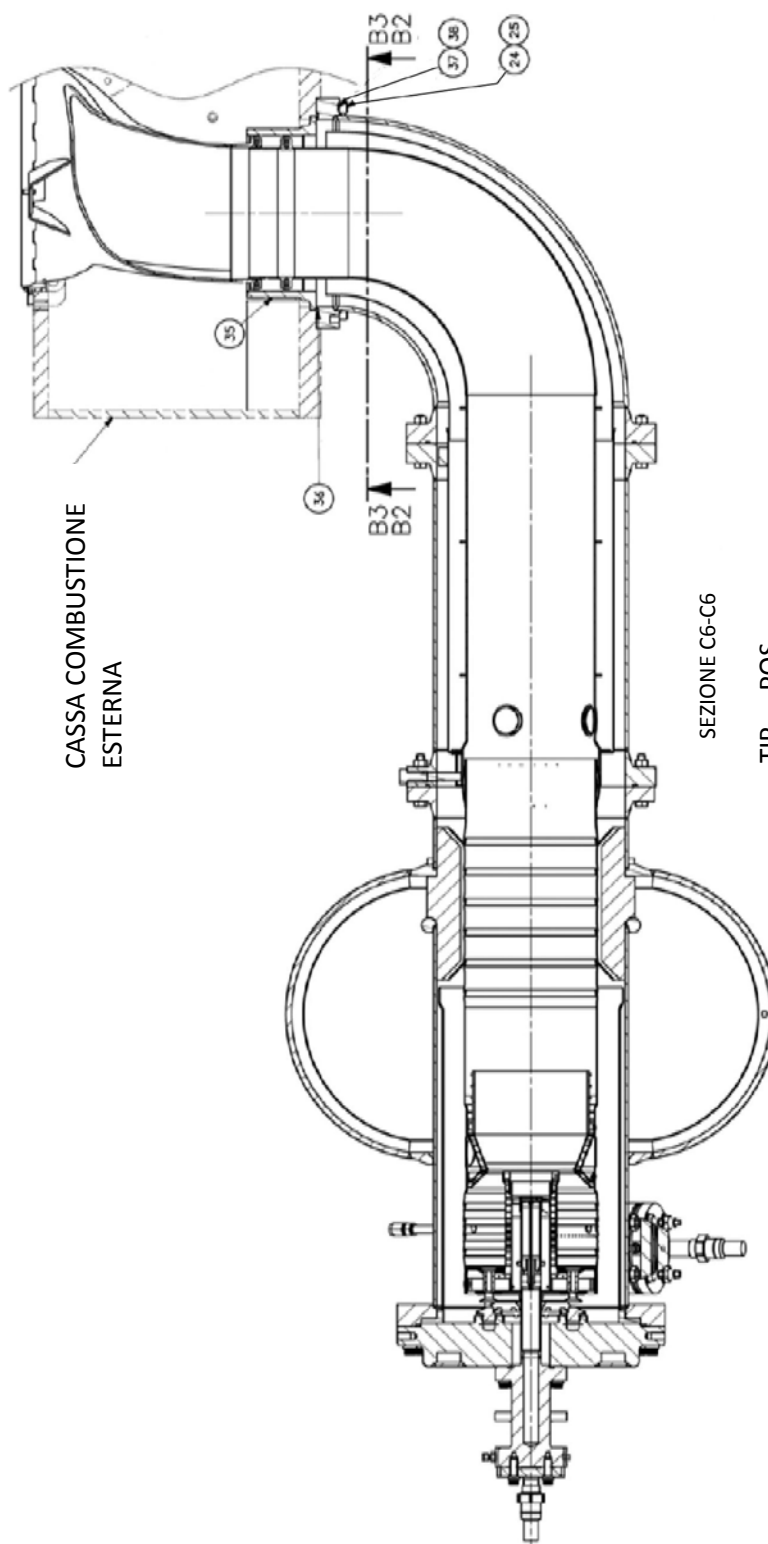
**ATTENZIONE**

Si dovrebbero predisporre nuove guarnizioni per il successivo rimontaggio. Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi.

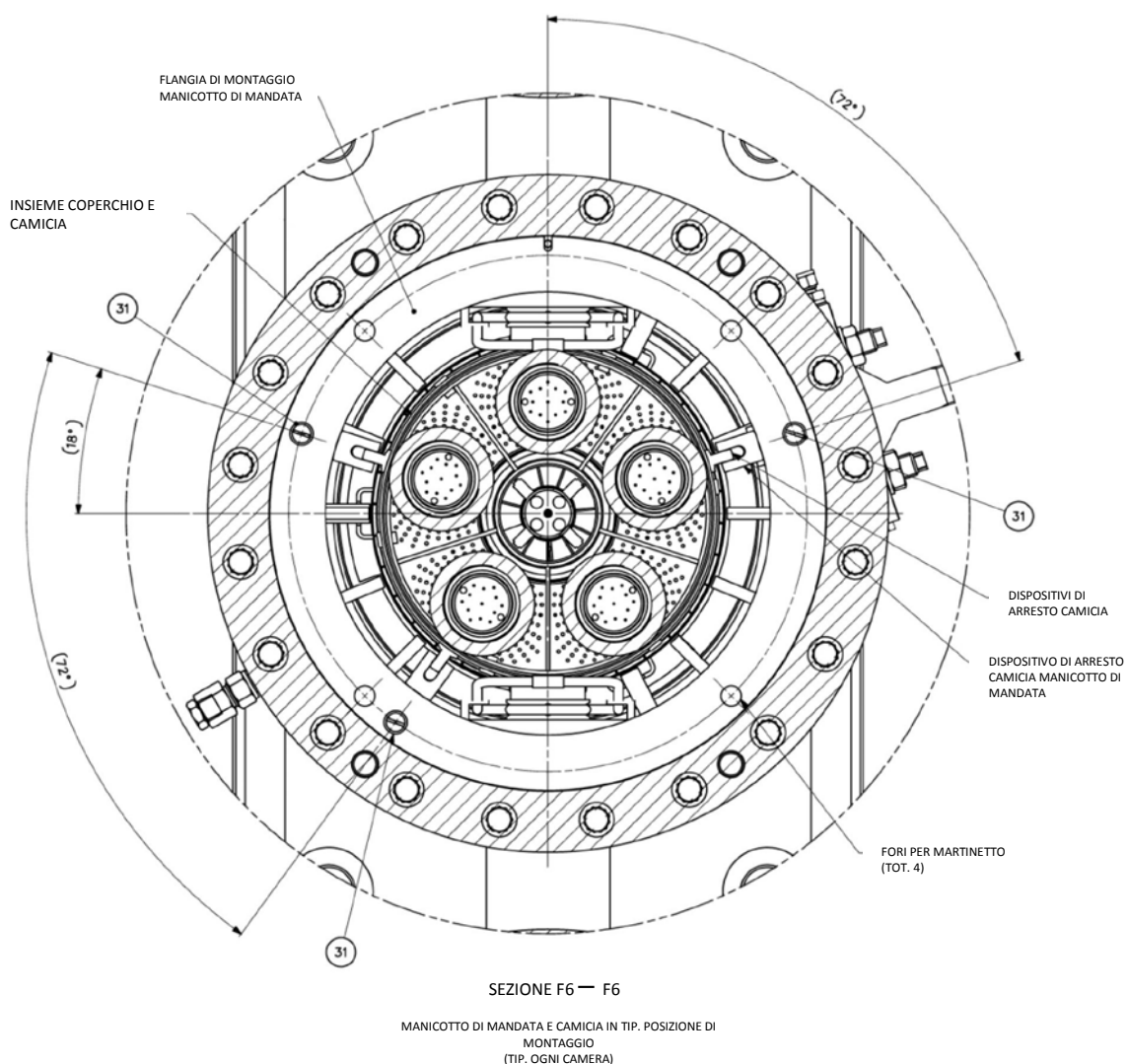
Durante le operazioni di smontaggio tenere sollevati i gomiti, usando golfari M20 e funi idonei (non in dotazione), e utilizzare un paranco, al fine di mantenere i componenti il più possibile in posizione orizzontale, dopo la rimozione delle viti. Prestare attenzione alla posizione del centro di massa, data la forma asimmetrica dei suddetti componenti.



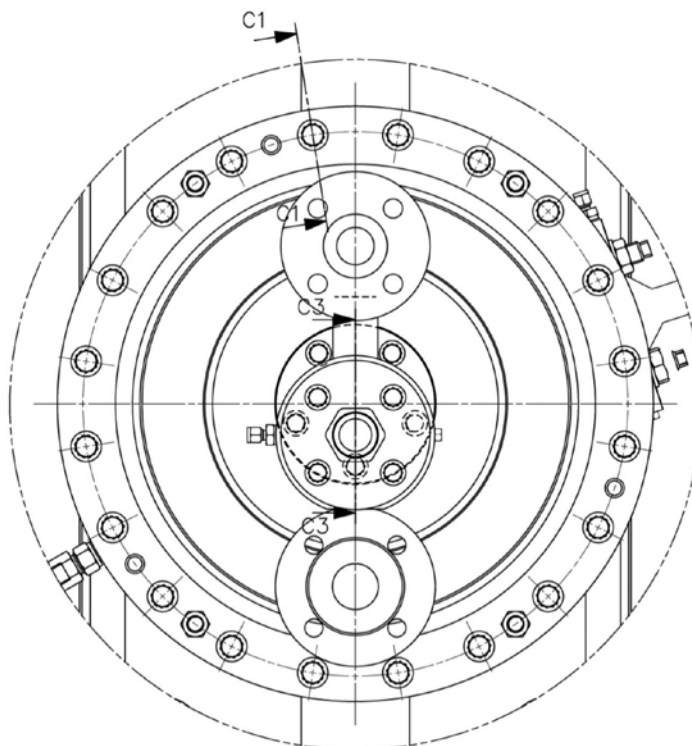
**Figura 37 - CI-01**



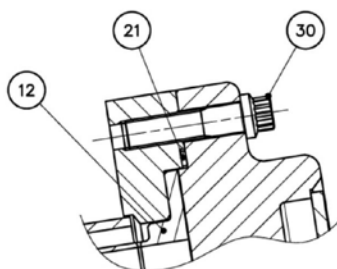
**Figura 38 - CI-02**



**Figura 39 - CI-03**

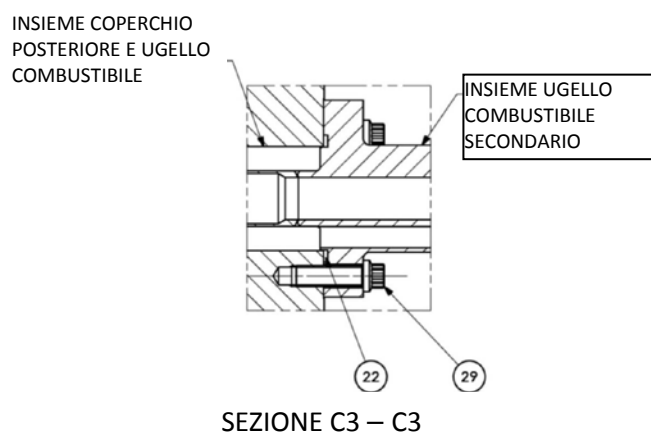


**Figure 40 - CI-04 - TIP. COPERCHIO CAMERA DI COMBUSTIONE VISTO DALL'ESTERNO**



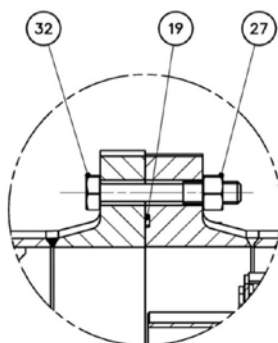
SEZIONE C1-C1

**Figura 41 - CI-05**



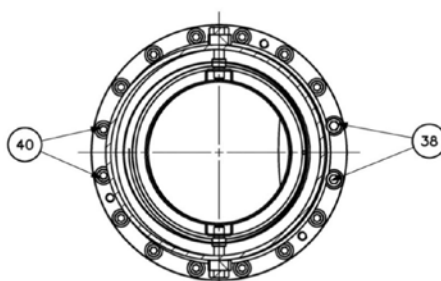
**Figura 42 - CI-06**





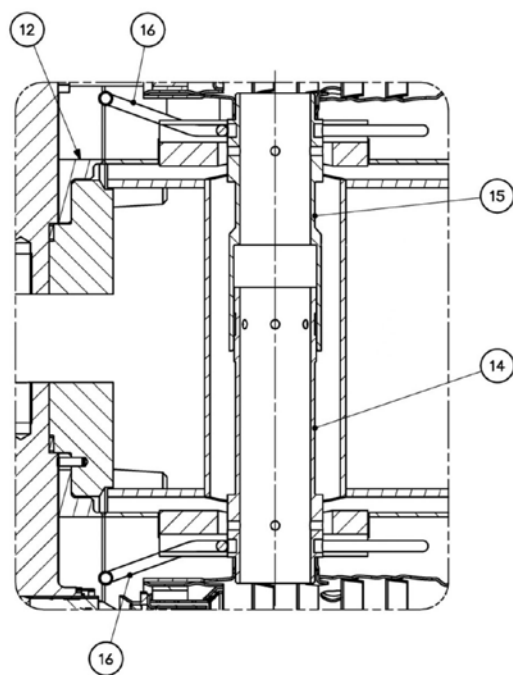
DETTAGLIO E5 TIP. POS. 3+3

**Figura 43 - CI-07**



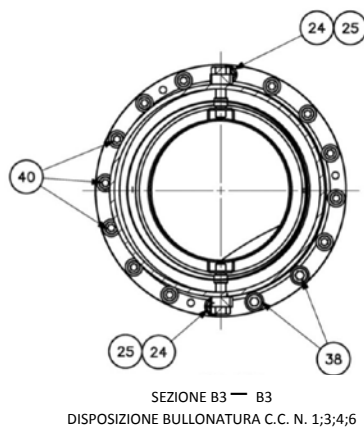
SEZIONE B2 — B2 DISPOSIZIONE  
BULLONATURA C.C. N. 2;5

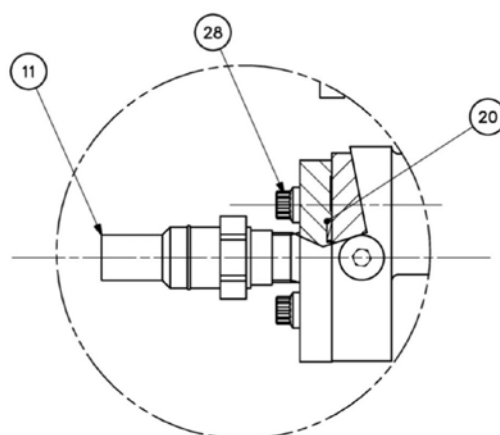
**Figura 44 - CI-08**



DETTAGLIO E7  
TUBO DI PROPAGAZIONE DI FIAMMA E FERMO  
TIP. POS. 2+2

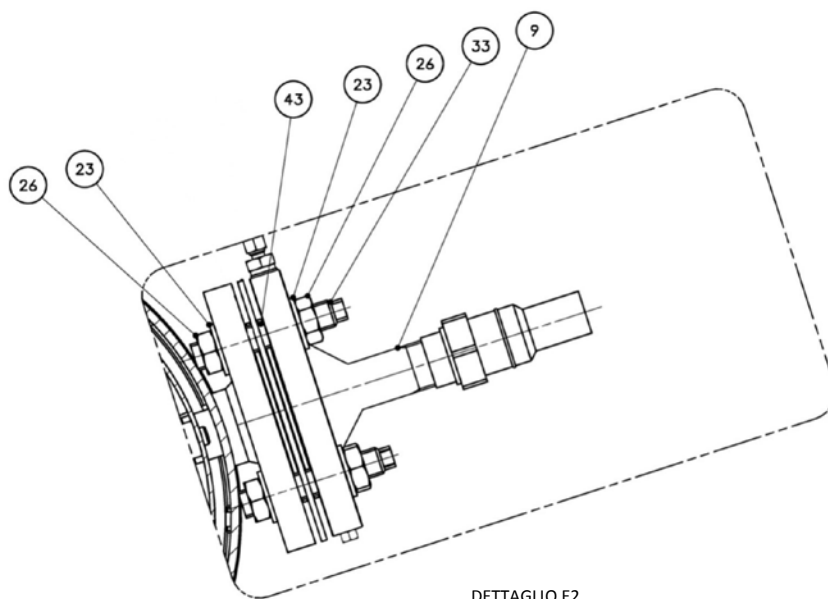
**Figura 45 - CI-09**

**Figura 46 - CI-10**



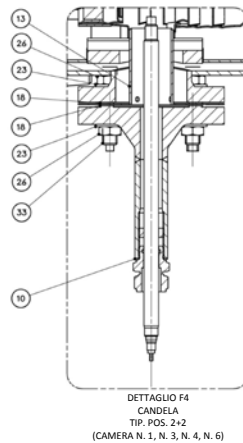
DETTAGLIO F5  
RIVELATORE DI FIAMMA SECONDARIO  
TIP. POS. 3+3 (TUTTE LE CAMERE)

**Figura 47 - CI-11**



DETTAGLIO E2  
RIVELATORE DI FIAMMA PRIMARIO  
TIP. POS. 3+3 (TUTTE LE CAMERE)

**Figura 48 - CI-12**



**Figura 49 - CI-13**

## **6.2 PROCEDURA DI CONTROLLO PER SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN**

### **6.2.1 Controllo di "coperchio e camicia"**

Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione di camicie, coperchi o molle di tenuta, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli condotti sulle camicie devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#) .

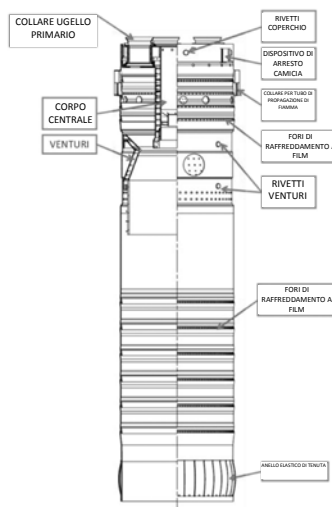
I componenti principali della camicia sono illustrati nella figura seguente.

Il controllo delle cricche sulle parti saldate deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



### **ATTENZIONE**

Non contaminare la barriera termica (TBC) con liquidi penetranti.



**Figura 50**

## **Operazione 12**

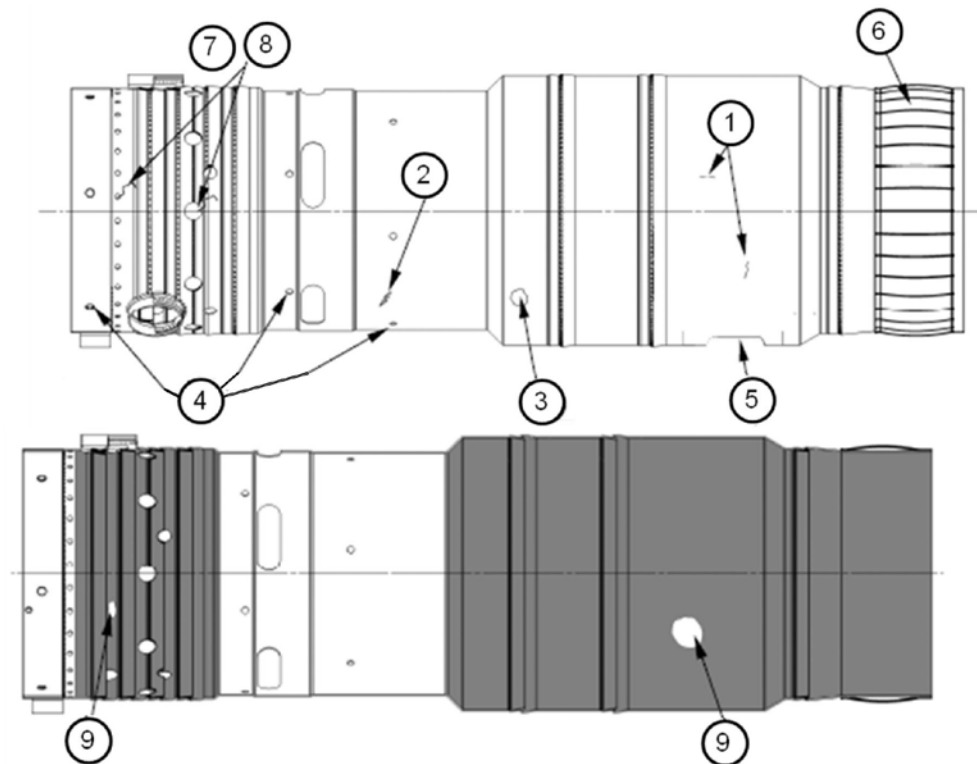
### **Controllo del corpo della camicia**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchietti), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#) .

- a. Il controllo del corpo della camicia dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, spallazione della barriera TBC, deformazioni o usura.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

Le seguenti figure hanno unicamente funzione di riferimento.





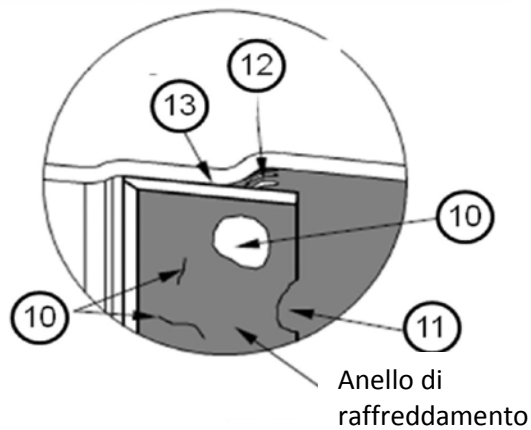
**Figura 51**

### **Operazione 13**

#### **Anelli di raffreddamento della camicia**

Nella figura seguente sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#).

- a. Il controllo degli anelli di raffreddamento della camicia dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, spallazione della barriera TBC, deformazioni od occlusioni.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.



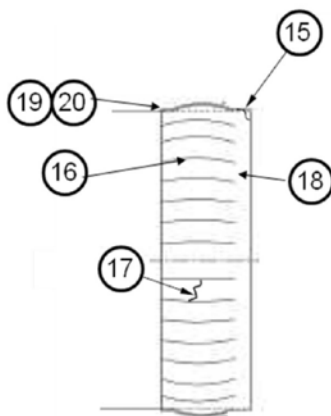
**Figura 52**

## **Operazione 14**

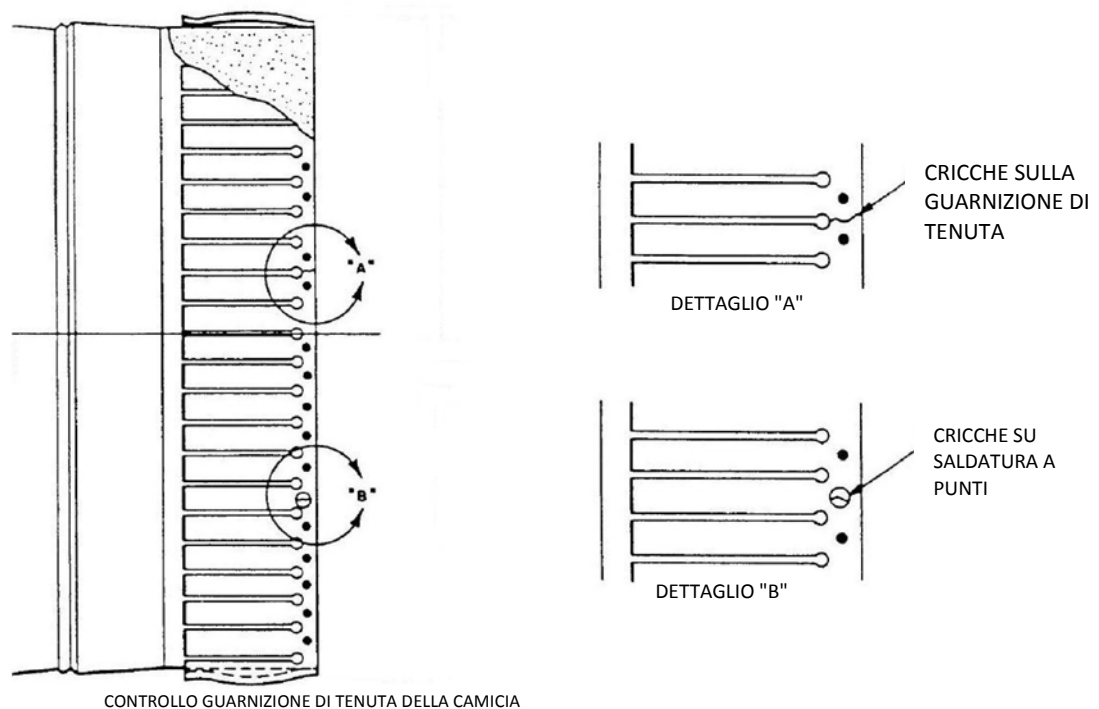
### **Anello elastico di tenuta della camicia**

Nella figura seguente sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#) .

- a. Il controllo degli anelli elastici di tenuta dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, usura o deformazioni.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.



**Figura 53**



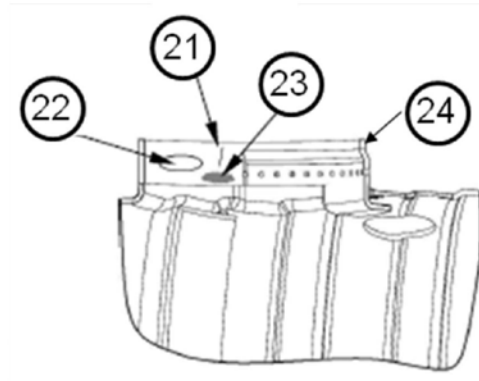
**Figure 54 - Area di controllo della guarnizione di tenuta elastica della camicia di combustione**

## **Operazione 15**

### **Collari per tubi di propagazione di fiamma della camicia**

Nella figura seguente sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#), [Tabella 11](#).

- a. Il controllo dei collari per tubi di propagazione di fiamma dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, usura o deformazioni.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

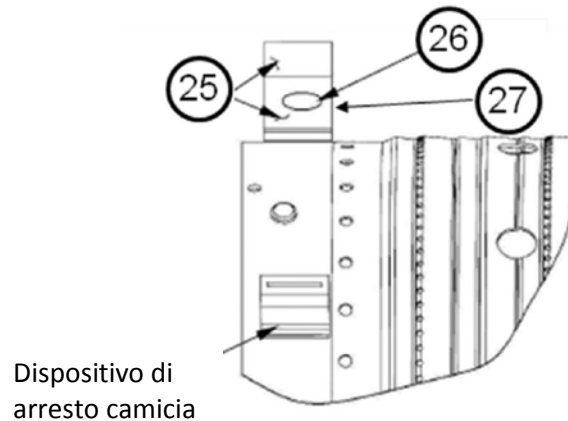
**Figura 55**

## **Operazione 16**

### **Dispositivi di fissaggio della camicia**

Nella figura seguente sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#).

- a. Il controllo dei dispositivi di fissaggio della camicia dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, usura o materiale mancante.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.



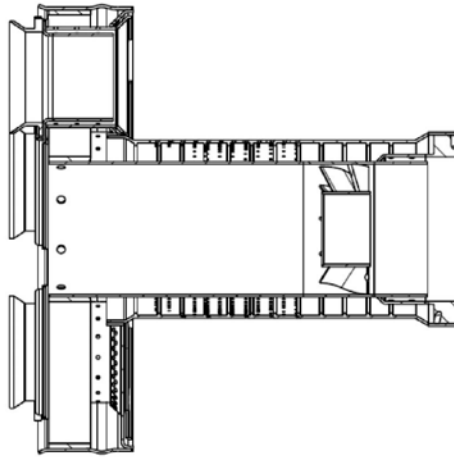
**Figura 56**

## **Operazione 17**

### **Coperchio della camicia**

Nella figura seguente sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti, per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#).

- a. Il controllo del coperchio dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, usura, materiale mancante o barriera TBC mancante.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

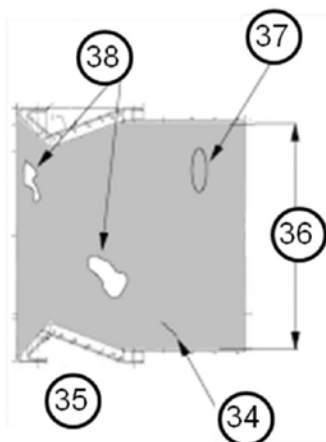
**Figura 57**

### **Operazione 18**

#### **Tubo di Venturi della camicia**

Nella figura seguente sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#).

- a. Il controllo del tubo di Venturi dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, deformazioni, materiale mancante o barriera TBC mancante.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

**Figura 58**

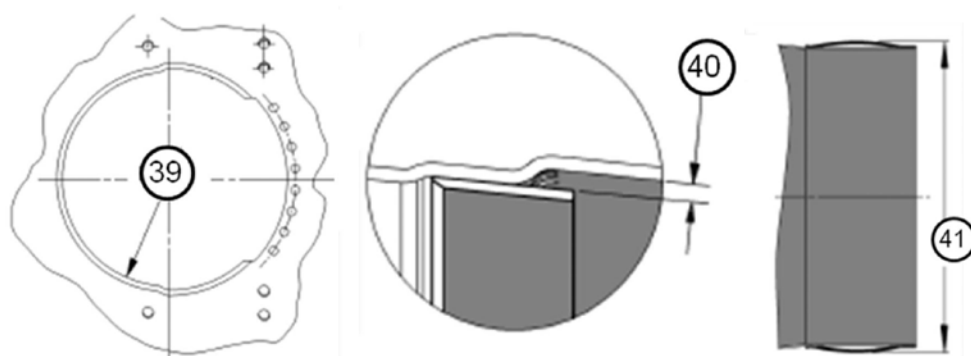
## **Operazione 19**

### **Controllo dimensionale**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchietti), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 11](#).

- a. Il controllo dimensionale deve essere eseguito sulle superfici di accoppiamento tra "coperchio e camicia" e gli altri componenti.





**Figura 59**

### **6.2.2 Controllo dei tubi di propagazione di fiamma e dei dispositivi di fissaggio**

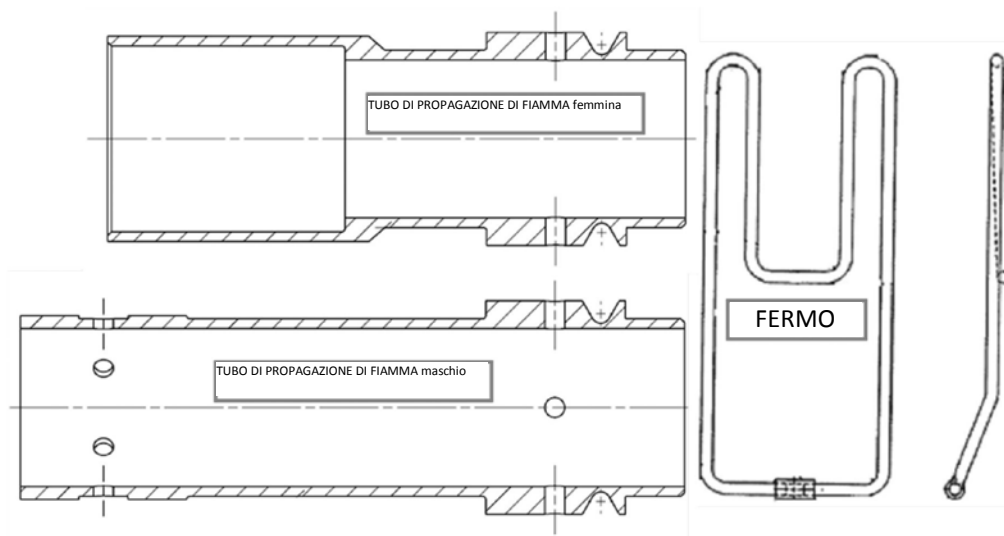
Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione di tubi di propagazione di fiamma e dispositivi di fissaggio, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 12](#).

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



**Figura 60**

## **Operazione 20**

### **Controllo dimensionale sui tubi di propagazione di fiamma**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 12](#)

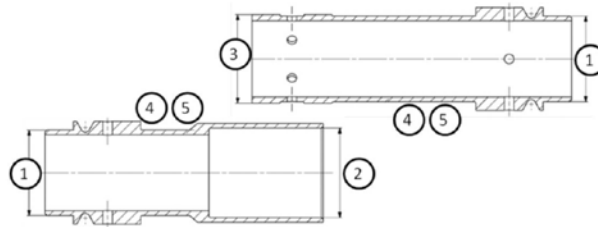
- a. Il controllo dimensionale deve essere eseguito sulle superfici di accoppiamento; misurare almeno due diametri (separati di 90 °) su ogni sezione circolare verificata.

## **Operazione 21**

### **Controllo con liquido penetrante sui tubi di propagazione di fiamma**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchietti), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 12](#).

- a. Il controllo con liquidi penetranti deve essere eseguito unicamente sui tubi di propagazione di fiamma (non sui dispositivi di fissaggio).



**Figura 61**

### **6.2.3 Controllo dei gomiti interni**

Il gomito interno costituisce parte integrante dell'insieme del gomito; per il controllo completo e la riparazione è necessario smontare il gomito interno, le schermature e i gomiti esterni.

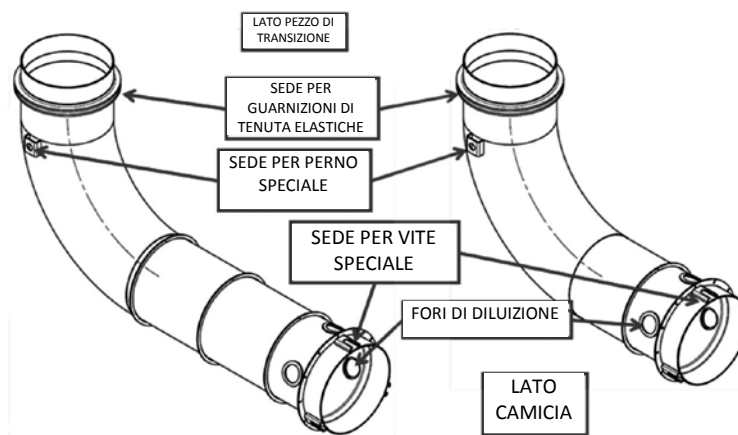
Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione dei gomiti interni, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 13](#) .

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



**Figura 62**

## **Operazione 22**

### **Controllo visivo e con liquidi penetranti del gomito interno.**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 13](#)

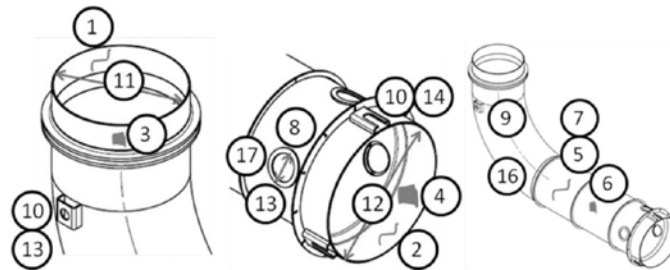
- a. Il controllo dei gomiti interni dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, deformazioni o usura.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

## **Operazione 23**

### **Controllo dimensionale del gomito interno**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchietti), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 13](#).

- a. Il controllo dimensionale deve essere eseguito sulle superfici di accoppiamento; misurare almeno due diametri (separati di 90 °) su ogni sezione circolare verificata.



**Figura 63**

#### **6.2.4 Controllo delle schermature**

Le schermature costituiscono parte integrante dell'insieme del gomito; per il controllo completo e la riparazione è necessario smontare il gomito interno, le schermature e i gomiti esterni.

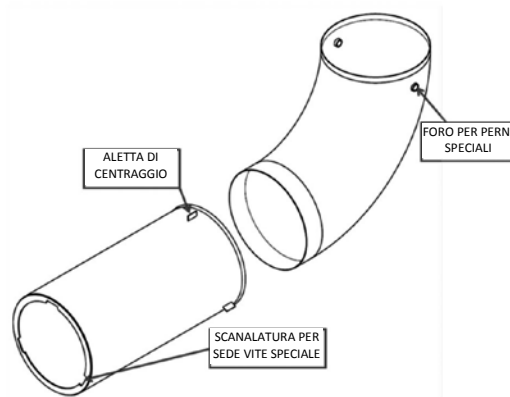
Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione delle schermature, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 14](#) .

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



**Figura 64**

## **Operazione 24**

### **Controllo visivo e con liquidi penetranti delle schermature**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 14](#)

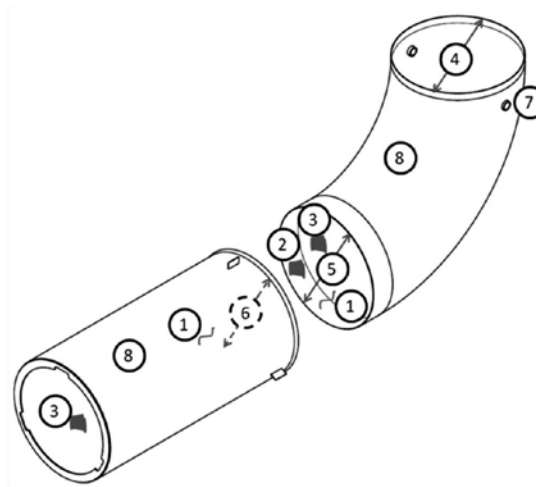
- a. Il controllo delle schermature dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, deformazioni o usura.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

## **Operazione 25**

### **Controllo dimensionale delle schermature**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchietti), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 14](#).

- a. Il controllo dimensionale deve essere eseguito sulle superfici di accoppiamento; considerare il valore medio con la misura di almeno quattro diametri (separati di 45 °) su ogni sezione circolare verificata.



**Figura 65**

### **6.2.5 Controllo dell'insieme coperchio posteriore**

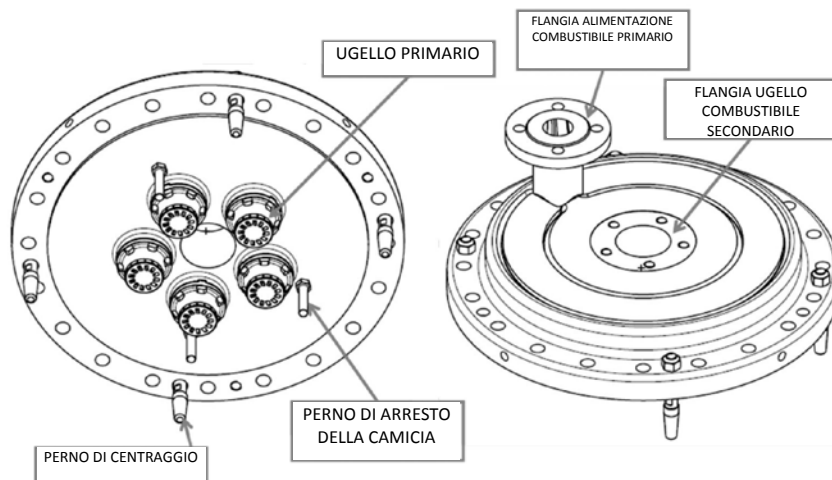
Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione dell'insieme del coperchio posteriore, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 15](#) .

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



**Figura 66**

## **Operazione 26**

### **Controllo visivo e con liquidi penetranti dell'insieme del coperchio posteriore**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 15](#)

- a. Il controllo dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, deformazioni o usura.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

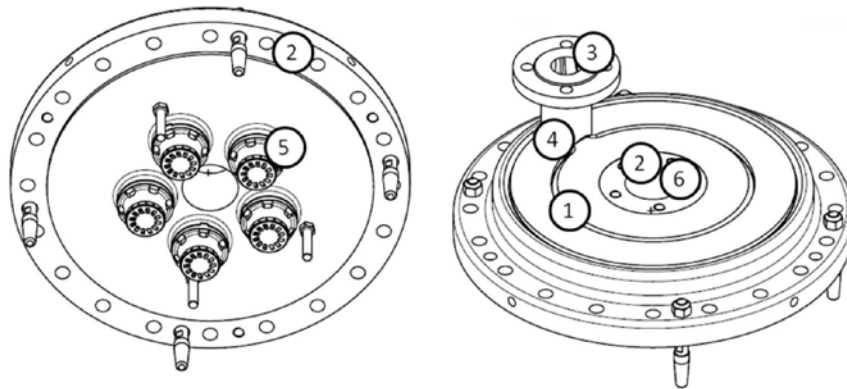
## **Operazione 27**

### **Controllo dimensionale dell'insieme del coperchio posteriore**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 15](#).

- a. Il controllo dimensionale deve essere eseguito sulle superfici di accoppiamento.





**Figura 67**

### **6.2.6 Controllo del manicotto di mandata**

Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione dei manicotti di mandata, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 16](#) .

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.

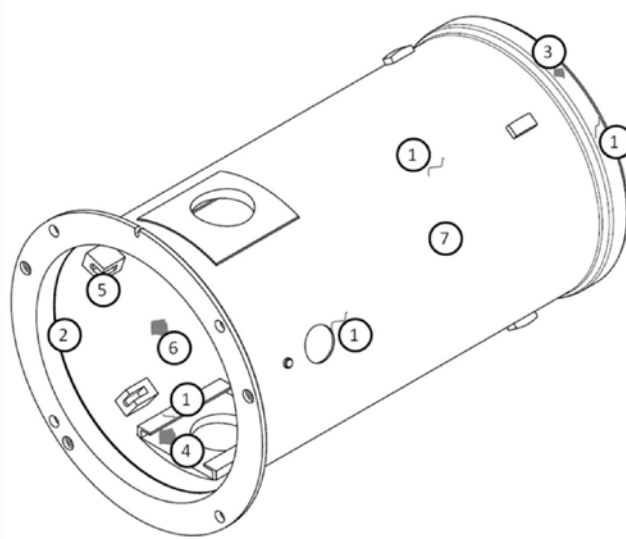
## **Operazione 28**

### **Controllo visivo e con liquidi penetranti delle schermature**

Nella figura seguente sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 16](#).

- a. Il controllo del manicotto di mandata dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, deformazioni o usura.

- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.



**Figura 68**

### **6.2.7 Controllo del bruciatore secondario**

Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione dei bruciatori, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (normalmente in uso presso il Centro di assistenza tecnica GE).

I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 17](#) .

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

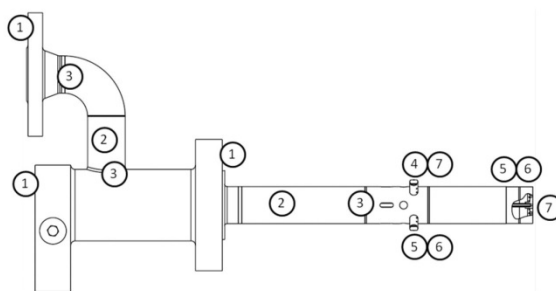
Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.

## **Operazione 29**

### **Controllo visivo e con liquidi penetranti del bruciatore secondario**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 17](#).

- a. Il controllo del bruciatore dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, ammaccature, deformazioni, bruciature, usura o corpi estranei.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.



**Figura 69**

### **6.2.8 Controllo della candela**

Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione delle candele, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

Si consiglia di non riparare la candela; è preferibile la sostituzione, se necessario.

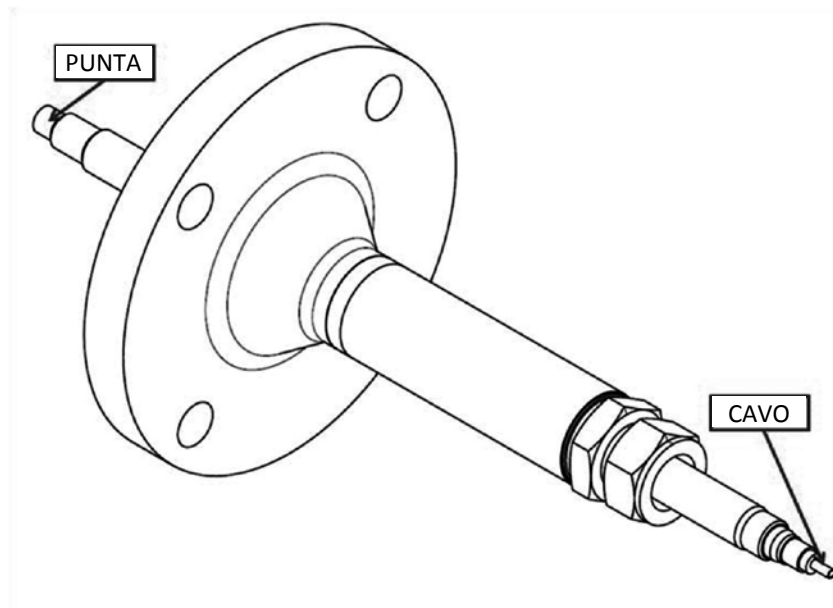
I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (normalmente in uso presso il Centro di assistenza tecnica GE).

I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 18](#) .

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



**Figura 70**

### **Operazione 30**

#### **Controllo visivo e con liquidi penetranti della candela**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 18](#)

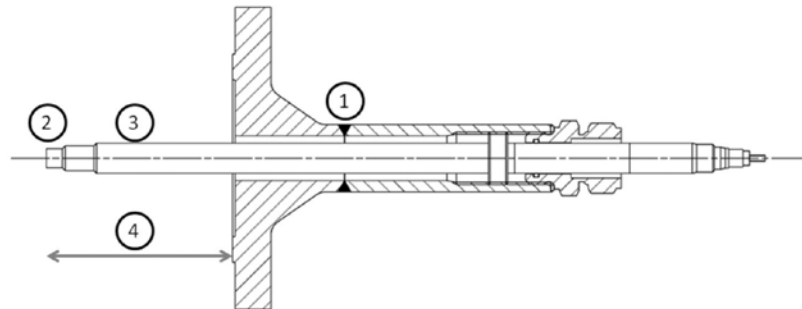
- a. Pulire la punta dell'elettrodo, prima di proseguire con il controllo.
- b. Il controllo della candela dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, bruciature o usura.
- c. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

### **Operazione 31**

#### **Controllo dimensionale della candela**

Nelle figure seguenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 18](#).

- a. Il controllo dimensionale deve essere mirato a verificare principalmente la distanza della punta dalla flangia.



**Figura 71**

## **Operazione 32**

### *Prova di accensione sulla candela*

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 18](#)

- a. Ricollegare il carico della candela, con la candela staccata dalla turbina; appoggiare il corpo della candela contro il guscio della turbina (o altro metallo con messa a terra); assicurarsi che l'estremità dell'elettrodo della candela non sia messo a terra.
- b. Mettere sotto tensione il circuito di accensione e verificare il lampeggiamento della scintilla per circa un minuto. Se si avverte riscaldamento lungo il corpo della candela o la scintilla è debole o intermittente, sostituire la candela.



### **ATTENZIONE**

Non eseguire la prova della scintilla all'interno o nelle vicinanze di un'area con atmosfera esplosiva. Prestare attenzione all'alta tensione.

## **6.2.9 Controllo del rivelatore di fiamma**

Si raccomanda la sostituzione con parti di ricambio o la riparazione dei rivelatori di fiamma, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

Si consiglia di non riparare i rivelatori di fiamma; è preferibile la sostituzione, se necessario.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (normalmente in uso presso il Centro di assistenza tecnica GE).

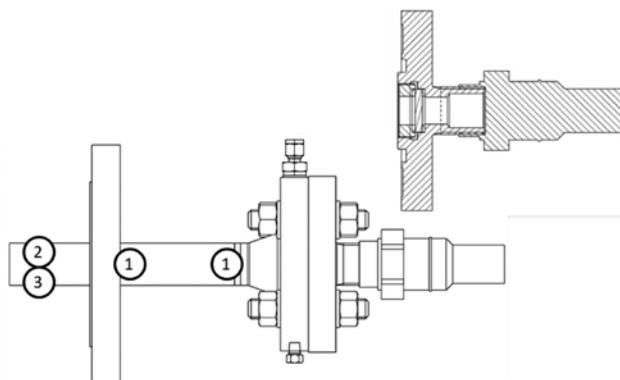
I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 19](#) .

Le parti meccaniche principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il sensore del rivelatore di fiamma è installato all'interno di un'apposita scatola, non direttamente sulla cassa della camera di combustione; il segnale luminoso viene condotto mediante un cavo a fibre ottiche.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



**Figura 72**

### **Operazione 33**

#### **Controllo visivo e con liquidi penetranti del supporto del rivelatore di fiamma**

Nelle figure precedenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 19](#).



- a. Il controllo del supporto del rivelatore di fiamma dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, bruciature o usura.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.

**Operazione 34****Prova di funzionamento del rivelatore di fiamma**

Nelle figure precedenti sono illustrati il tipo e la posizione dei difetti (vedere i numeri nei cerchi), per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 6.3](#) , [Tabella 19](#).

- a. Pulire le lenti del sensore con un panno morbido. Assicurarsi che i cavi siano collegati al sensore (prestando attenzione alle polarità corrette) e accendere il pannello di controllo.
- b. Posizionare una sorgente luminosa adeguata di fronte all'elemento sensibile. Verificare le due condizioni: il sensore si attiva in presenza di luce e si disattiva in assenza di luce.
- c. Il sensore deve essere in grado di rivelare la fiamma da una distanza di 0,5 metri.

### 6.3 TABELLE DEI LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER IL SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN

Limiti di accettabilità per il corpo della camicia MS3002J DLN		
<p><b><u>NOTA</u></b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Indicazioni lineari	Massima lunghezza 1,57 mm
2	Indicazioni lineari multiple	Non ammissibile
3	Ossidazione o eccesso di penetrazione (metallo mancante)	Non ammissibile
4	Rivetti (saldatura mancante o incrinata)	Non ammissibile
5	Deformazione locale (ingobbimento)	massimo 3,18 mm rispetto al contorno originale
6	Usura al di sotto dell'anello elastico di tenuta	Riduzione del dieci per cento (10%) dello spessore del materiale di base
7	Fori di raffreddamento	Nessuna indicazione in propagazione da o verso i fori
8	Fori di miscelazione	Nessuna implosione
9	Barriera termica mancante (percorso di flusso interno)	Un massimo di (6) punti, massimo 6,35 x 6,35 mm, separati da un minimo di 6,35 mm
Limiti di accettabilità per l'anello di raffreddamento della camicia MS3002J DLN		
<p><b><u>NOTA</u></b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
	Difetti	Limiti di accettabilità
10	Indicazioni lineari	Massima lunghezza 1,57 mm
11	Ossidazione o eccesso di penetrazione (metallo mancante)	Non ammissibile
12	Occlusione del foro	Non ammissibile
13	Separazione giunzione brasata	Un massimo di cinque (5) punti; lunghezza massima 12,70 mm, separati da un minimo di 25,4 mm; non sono consentite separazioni di giunzioni passanti.
14	Barriera termica mancante (percorso di flusso interno)	Un massimo di (6) punti, massimo 6,35 x 6,35 mm, separati da un minimo di 6,35 mm
Limiti di accettabilità per l'anello elastico di tenuta della camicia MS3002J DLN		



**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
15	Indicazioni lineari	Non ammissibile
16	Aperture (scanalature)	massima apertura della scanalatura 1,91 mm
17	Lamine mancanti	Non ammissibile
18	Indicazioni lineari su saldature a punti	Massimo (4) per camicia; massimo due (2) adiacenti
19	Perdita di elasticità	Tutte le lamine di tenuta devono essere in contatto con il corpo della camicia
20	Lamine piegate	Non ammissibile

**Limiti di accettabilità dei collari per i tubi di propagazione di fiamma della camicia MS3002J DLN**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
21	Indicazioni lineari	Massima lunghezza 1,57 mm
22	Usura	Spessore rimanente almeno 80% del valore originale
23	Eccesso di penetrazione (metallo mancante)	Non ammissibile
24	Deformazione	Non ammissibile

**Limiti di accettabilità per i dispositivi di fissaggio della camicia MS3002J DLN**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
25	Indicazioni lineari	Massima lunghezza 1,57 mm
26	Usura su estremità posteriore	Massimo 0,5 mm
27	Usura sui lati	Spessore rimanente almeno 80% del valore originale

**Limiti di accettabilità per il coperchio MS3002J DLN**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
28	Indicazioni lineari	Lunghezza massima 1,57 mm; le indicazioni sul corpo centrale devono essere a una distanza di almeno 25 mm tra loro
29	Movimento del collare ugello combustibile	Si può muovere con la mano o con lievi colpetti
30	Usura del collare ugello combustibile (su diametri interni o esterni)	massimo 0,76 mm
31	Usura linguette antirotazione	massimo 0,76 mm
32	Usura dei fermi del collare ugello combustibile	massimo 0,76 mm
33	TBC mancante	Un massimo di (6) punti, massimo 6,35 x 6,35 mm, separati da un minimo di 6,35 mm

**Limiti di accettabilità per tubo di Venturi MS3002J DLN**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
34	Indicazioni lineari	Massima lunghezza 1,57 mm
35	Eccesso di penetrazione (metallo mancante)	Non ammissibile
36	Ovalizzazione	massimo 6,35 mm rispetto al contorno originale
37	Deformazione	massimo 3,18 mm rispetto al contorno originale, senza indicazioni lineari
38	TBC mancante	Un massimo di (6) punti, massimo 6,35 x 6,35 mm, separati da un minimo di 6,35 mm

**Limiti di accettabilità controllo dimensionale della camicia MS3002J DLN**

	Difetti	Limiti di accettabilità
39	Diametro interno collari per tubi di propagazione di fiamma	Valore minimo come da dimensioni a disegno
40	Scanalatura anello di raffreddamento	Altezza minima della scanalatura 1,78 mm
41	Diametro esterno anello elastico di tenuta	286 - 287 mm, con oltre il 90% di spessore del materiale base della tenuta rimanente su tutte le lamine

Tabella 11 - "CI-A"

**Limiti di accettabilità del controllo dimensionale e con liquidi penetranti dei tubi a propagazione di fiamma MS3002J DLN**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Diametri sul lato camicia	50,55 - 51,05 mm
2	Diametro interno femmina	59,56 - 59,82 mm
3	Diametro esterno maschio	59,05 - 59,31 mm
4	Indicazioni lineari	Non ammissibile
5	Indicazioni non lineari, alveoli, pori, vuoti, ammaccature, materiale mancante	Massima profondità 0,25 mm

Tabella 12 - "CI-B"

**Limiti di accettabilità del controllo visivo e con liquidi penetranti del gomito interno MS3002J DLN**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Indicazioni lineari sulla superficie di accoppiamento, lato pezzo di transizione (t. p.)	lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 m
2	Indicazioni lineari sulla superficie di accoppiamento, lato camicia	Lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 m
3	Usura sulla superficie di accoppiamento, lato pezzo di transizione (t. p.)	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,40 mm
4	Usura sulla superficie di accoppiamento, lato camicia	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,40 mm
5	Indicazioni lineari multiple (screpolatura) sul corpo del gomito interno	Non ammissibile
6	Ossidazione o eccesso di penetrazione (materiale mancante), eccetto per le aree usurate	Non ammissibile
7	Indicazioni lineari sul corpo del gomito interno	Lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 m
8	Indicazioni lineari su fori di diluizione	Non ammissibile
9	Indicazione lineare su ciascuna saldatura	Massima lunghezza 1,57 mm
10	Usura su sede del perno speciale e sede della vite speciale	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,40 mm

Limiti di accettabilità controllo dimensionale del gomito interno MS3002J DLN		
	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Indicazioni lineari sulla superficie di accoppiamento, lato pezzo di transizione (t. p.)	Lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 m
11	Diametro esterno, lato pezzo di transizione (t. p.)	273,3 – 274,3 mm
12	Diametro esterno, lato camicia	283 – 284 mm
13	Diametro interno fori di diluizione	54,7 – 55,3 mm
14	Diametro interno del foro perno speciale	23,5 – 24,5 mm
15	Larghezza della sede vite speciale	18,9 – 19,9 mm
16	Deformazione locale (ingobbimento) sul corpo del gomito interno	massimo 3,18 mm rispetto al contorno originale
17	Fori di diluizione	Nessuna implosione

Tabella 13 - "CI-C"


Limiti di accettabilità del controllo visivo e con liquidi penetranti delle schermature MS3002J DLN		
<p><b>NOTA</b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Indicazioni lineari	Lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 m
2	Usura sulle superfici di accoppiamento	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,40 mm
3	Ossidazione o eccesso di penetrazione (materiale mancante), eccetto per le aree usurate	Non ammissibile
Limiti di accettabilità controllo dimensionale delle schermature MS3002J		
	Difetti	Limiti di accettabilità
4	Diametro esterno, lato pezzo di transizione (t. p.)	342,1 – 343,1 mm
5	Diametro esterno su superficie di accoppiamento	342,5 – 343 mm
6	Diametro interno su superficie di accoppiamento	343,3 – 343,8
7	Diametro interno del foro perno speciale	19,4 – 20 mm
8	Deformazione locale (ingobbimento) sul corpo del gomito interno	massimo 3,18 mm rispetto al contorno originale

Tabella 14 - "CI-D"


Limiti di accettabilità del controllo visivo e con liquidi penetranti del coperchio posteriore MS3002J DLN		
<p><b>NOTA</b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
Difetti	Limiti di accettabilità	
1 Indicazioni lineari sulle saldature	massima lunghezza 0,76 mm	
2 Affaticamento superficie di tenuta	0,8 mm per circonferenza, usura e scheggiature non ammissibili	
3 Flange con graffi, scheggiature, scalfitture, usura, piegamenti, deformazioni	Non ammissibile	
4 Indicazione lineare sulle saldature delle flange	massima lunghezza 0,76 mm	
5 Indicazione lineare su ugelli e saldature degli ugelli	Non ammissibile	
6 Inserti filettati riportati Helicoil allentati o danneggiati	Non ammissibile	

Tabella 15 - "CI-E"


Limiti di accettabilità del controllo visivo e con liquidi penetranti dei manicotti di mandata MS3002J DLN		
<p><b>NOTA</b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
Difetti	Limiti di accettabilità	
1 Indicazioni lineari	Lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 m	
2 Indicazioni lineari su saldature	Massima lunghezza 1,57 mm	
3 Usura sul corpo del manicotto di accoppiamento	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,40 mm	
4 Usura sulla sede del fermo	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,40 mm	
5 Usura su estremità posteriore	Massimo 0,5 mm	
6 Ossidazione o eccesso di penetrazione (materiale mancante), eccetto per le aree usurate	Non ammissibile	
7 Deformazione locale (ingobbimento)	massimo 3,18 mm rispetto al contorno originale	

Tabella 16 - "CI-F"


Limiti di accettabilità del controllo visivo e con liquidi penetranti del bruciatore secondario MS3002J DLN		
<p><b><u>NOTA</u></b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Affaticamento superficie di tenuta delle flange	0,8 mm per finitura posa circolare; usura e scheggiature non ammissibili
2	Ammaccature su tubo del gas o punta	massimo 1,5 mm
3	Indicazioni lineari sulle saldature	Massima lunghezza 0,76 mm
4	Bruciature o deformazioni sull'iniettore del gas premiscelato	Non ammissibile
5	Bruciature o deformazioni sull'ugello con puntale	massimo 0,76 mm localmente
6	Indicazione lineare sull'ugello o iniettore gas	Massima lunghezza 0,76 mm
7	Fori del gas chiusi	Non ammissibile

Tabella 17 - "CI-G"


Limiti di accettabilità del controllo visivo e con liquidi penetranti della candela MS3002J DLN		
<p><b><u>NOTA</u></b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Indicazioni lineari su saldature, corpo, guaina dell'elettrodo o rivestimento ceramico.	Massima lunghezza 1,57 mm
2	Usura sulla punta dell'elettrodo	Non ammissibile
3	Ossidazione o eccesso di penetrazione (materiale mancante), eccetto per le aree usurate	Non ammissibile
Limiti di accettabilità controllo dimensionale della candela MS3002J DLN		
	Difetti	Limiti di accettabilità
4	Distanza della punta dalla flangia	113,3 – 113,9 mm

Tabella 18 - "CI-H"

**Limiti di accettabilità del controllo visivo e con liquidi penetranti dei supporti dei rivelatori di fiamma MS3002J DLN**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	<b>Difetti</b>	<b>Limiti di accettabilità</b>
1	Indicazioni lineari su tutte le saldature	Massima lunghezza 1,57 mm
2	Ossidazione	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,3 al di sotto del valore nominale
3	Eccesso di penetrazione (metallo mancante)	Non ammissibile

Tabella 19 - "CI-I"

## **6.4 PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PER SISTEMA COMBUSTIONE MS3002J DLN**

### **6.4.1 Operazione 35**

**Installare i gomiti sull'involucro (vedere [Figura 37](#) , [Figura 38](#) , [Figura 44](#) & [Figura 46](#) del Paragrafo 6.1 )**

- a. I gomiti (posizioni 6, 7, 8) dovrebbero essere pronti per l'installazione, essendo preassemblati dal fabbricante.
- b. I primi gomiti da montare sono quelli inferiori (CC n. 3 e n. 4), quindi quelli intermedi (CC n. 2 e n. 5) e infine quelli superiori (CC n. 6 e n. 1).
- c. Verificare la presenza e la corretta installazione degli inserti filettati Helicoil sulle flange dell'involucro; se necessario, sostituirli.
- d. Installare l'anello di tenuta (posizione 35) sull'involucro.
- e. Sollevare i gomiti dalla relativa scatola, usando golfari M20 e funi adeguati (non in dotazione).
- f. Utilizzare un paranco, al fine di mantenere i componenti il più possibile in posizione orizzontale, facilitando così l'accoppiamento con l'involucro. Prestare attenzione alla posizione del centro di massa, data la forma asimmetrica dei suddetti componenti.
- g. Verificare che le superfici di accoppiamento di tutte le flange non siano danneggiate; se necessario, pulirle. Le guarnizioni (posizione 36) devono essere installate tra l'involucro e le flange dei gomiti.
- h. Verificare la presenza di anelli (posizione 34) sul gomito interno e sul pezzo di transizione; se necessario, installarli. Mantenere chiusi gli anelli con un utensile idoneo (per non dover tenere le mani davanti alle flange durante il movimento del gomito), in modo da facilitare l'introduzione nell'anello di tenuta (posizione 35), quindi aprirli.
- i. Installare i tiranti (posizione 25) sull'involucro; i dadi per i tiranti (posizione 24) devono essere applicati durante l'avvicinamento delle flange. Una volta accoppiate le flange, installare tutte le viti (posizioni 37, 38, 40). Serrare le viti e i dadi con un valore della coppia inferiore a quello finale.

### **6.4.2 Operazione 36**

**Installare i collettori principali sui gomiti (vedere [Figura 37](#) e [Figura 43](#) del Paragrafo 6.1)**

- a. Verificare che il basamento sia dotato di un montante (inclusa una molla) idoneo a supportare il collettore principale; il montante in oggetto non è compreso nella distinta base materiali della camera di combustione CC.
- b. Sollevare il collettore (posizione 5), usando quattro (4) golfari a filetto lungo M20 con dado; applicarli a pari distanza sulla flangia superiore attraverso i fori.
- c. Verificare che le superfici di accoppiamento di tutte le flange non siano danneggiate e pulirle, se necessario.
- d. Accoppiare le flange del collettore principale alle flange del gomito e verificare che le reciproche posizioni siano corrette; applicare le guarnizioni (posizione 19), le viti (posizione 32), i dadi (posizione 27); serrare le viti con un valore della coppia inferiore a quello finale.
- e. Applicare il valore finale della coppia a tutte le viti, incluse quelle sul lato dell'involucro.

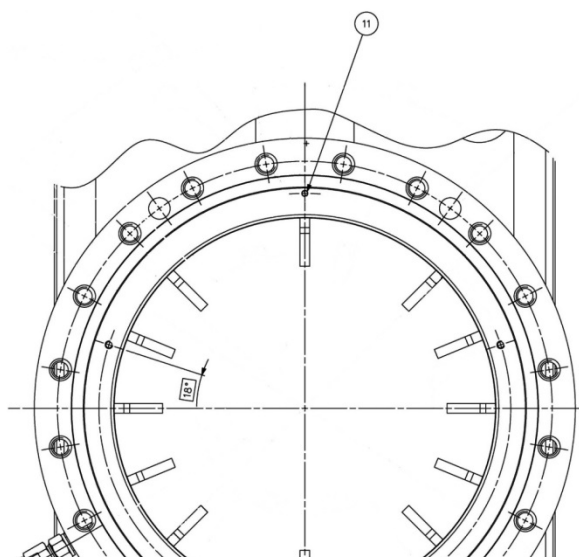


### 6.4.3 Operazione 37

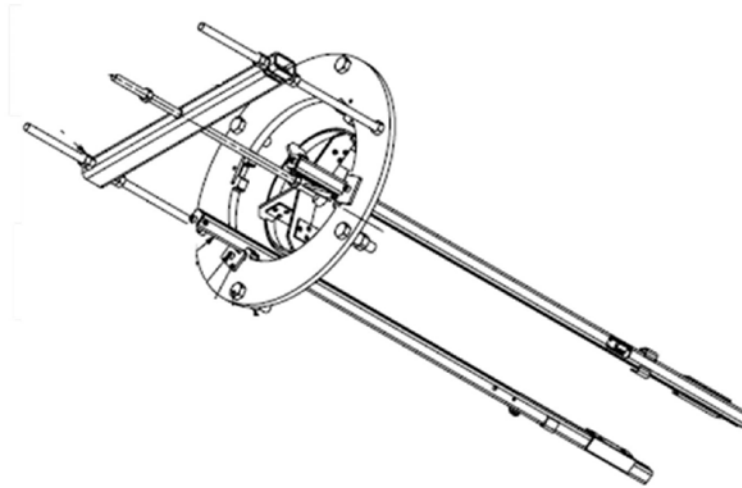
**Installare i manicotti di mandata e le camicie (vedere [Figura 37](#) , [Figura 39](#) , [Figura 40](#) e [Figura 41](#) del Paragrafo)**

#### 6.1 se non diversamente specificato)

- a. Partendo dalle camere inferiori (n. 3 e n. 4), installare i manicotti di mandata (posizione 12), usando le viti (posizione 31) per fissarli. La posizione dei manicotti di mandata è definita da un perno (posizione 11 nella [Figura 73](#) ) e dalla posizione delle viti asimmetriche. Si consiglia di movimentare il manicotto di mandata, usando dispositivi di sollevamento (ad es. funi), ma è possibile eseguire l'operazione manualmente, a terra, con l'intervento di 2 o 3 persone.
- b. Le prime camicie da installare sono quelle nelle camere inferiori (n. 3 e n. 4).
- c. Per inserire la camicia è possibile utilizzare un attrezzo speciale (vedere [Figura 105](#) ). È importante che l'anello elastico di tenuta della camicia sia accoppiato correttamente con il gomito interno e che i dispositivi di fissaggio della camicia siano accoppiati con i dispositivi di fissaggio del manicotto di mandata. Per le operazioni da effettuare a terra la camicia può essere movimentata manualmente da 2 o 3 persone.
- d. Il tubo di propagazione di fiamma maschio (posizione 14) deve essere inserito dall'alto, superiormente alla camera di combustione, e bloccato usando il fermo (posizione 16). Quindi procedere con l'inserimento del tubo di propagazione di fiamma femmina (posizione 15), lasciandolo cadere.
- e. Le camicie possono essere inserite nella camera di combustione superiore (n. 2 e n. 5).
- f. Il tubo di propagazione di fiamma femmina, precedentemente inserito, può essere sollevato e bloccato mediante il fermo (posizione 16).
- g. Ripetere le stesse operazioni per la camera di combustione superiore (n. 1 e n. 6).



**Figura 73 - CI-14**

**Figura 74 - CI-15**

#### **6.4.4 Operazione 38**

**Installare i coperchi posteriori (vedere [Figura 37](#) , [Figura 40](#) e [Figura 41](#) del [Paragrafo 6.1](#) se non diversamente specificato)**

- a. Verificare la presenza e la corretta installazione degli inserti filettati Helicoil sulle flange del collettore principale; se necessario, sostituirli.
- b. Si consiglia di installare i coperchi posteriori (posizione 1), cominciando da quelli inferiori (camere di combustione CC n. 3 e n. 4). Ogni coperchio posteriore può essere sollevato, usando i punti di sollevamento M16 per golfari idonei, prestando attenzione al corretto posizionamento, in modo che la flangia del gas combustibile "primario" sia rivolta verso il basso come nel disegno (elemento 1). Assicurarsi che i bruciatori secondari non siano installati sui coperchi posteriori.
- c. Verificare che le superfici di accoppiamento delle flange non siano danneggiate e pulirle, se necessario. Verificare anche il movimento scorrevole dei cinque collari flottanti su ogni camicia, in modo da evitare possibili danni.
- d. Applicare la guarnizione (posizione 21) e accoppiare il coperchio posteriore alla flangia del collettore principale, in modo che tutti i perni speciali (posizione 3 nella [Figura 77](#) ) siano correttamente inseriti, quindi applicare le viti (posizione 30).
- e. Serrare le viti secondo quanto indicato nella tabella seguente e osservando la procedura specificata nella nota più avanti.

REQUISITI SERRAGGIO BULLONI

DIAMETRO NOMINALE BULLONI E N. DI FILETTATURE PER POLLICE	MARCATURA TESTA 1 SEI LINEE RADIALI, NESSUNO	MARCATURA TESTA 2 K, CR, B7, HB7	MARCATURA TESTA 3 A2A, A2B, B8M
	Kgm	Kgm	Kgm
# 8 - 32	0.1	0.1	0.03 - 0.1
# 10 - 32	0.3 - 0.4	0.3 - 0.4	0.2 - 0.3
0.25 - 20	0.7 - 0.8	0.7 - 0.8	0.5 - 0.7
0.3125 - 18	1.2 - 1.5	1.2 - 1.5	1.1 - 1.4
0.375 - 10	2.3 - 2.9	1.9 - 2.3	1.5 - 1.9
0.50 - 13	7.2 - 7.7	5.9 - 6.2	4.9 - 5
0.625 - 11	13.5 - 14.5	11.2 - 11.7	9.4 - 9.5
0.750 - 10	22.2 - 24.6	18.5 - 19.9	15.3 - 16.2
0.875 - 9	34.8 - 38.3	28.9 - 31	24 - 25.2
1.00 - 8	50.6 - 56.2	41.7 - 45.5	34.7 - 36.9
1.25 - 8	96.6 - 111.1	79.2 - 90	65.2 - 72.8
1.50 - 8	166 - 193.5	135.8 - 156.5	111.6 - 126.9
1.75 - 8	261.1 - 308.6	212.3 - 249.7	174.2 - 202.4
2.00 - 8	387.8 - 462.3	315.5 - 374	257.6 - 303.2
2.25 - 8	550.1 - 660	446.9 - 533.8	364.1 - 432.9
2.50 - 8	756.8 - 907.1	608.7 - 733.7	497.6 - 594.9
2.75 - 8	1001.2 - 1209.3	812.1 - 978.1	660.7 - 793.2
3.00 - 8	1298.9 - 1572.1	1053.1 - 1271.7	856.6 - 1030.9

Figura 75

**NOTA**

**Verifiche da eseguire prima del serraggio**

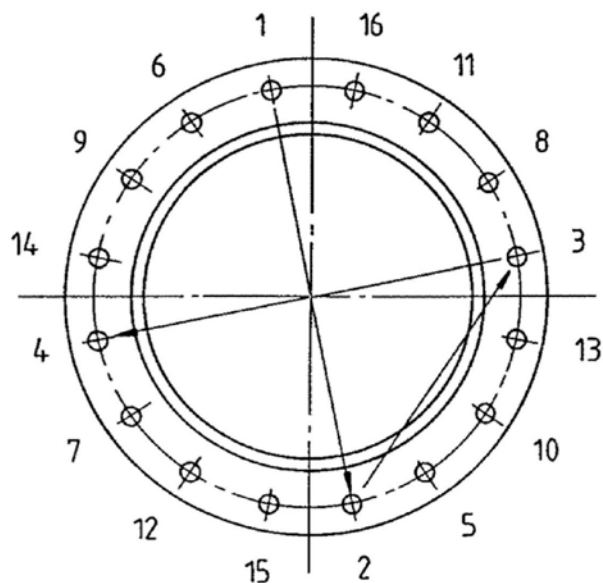
- Verificare lo stato delle superfici di tenuta della flangia: devono essere prive di graffi eccessivi e pulite.
- I bulloni devono essere puliti e privi di eccessiva ossidazione, le filettature devono essere in perfette condizioni e i tiranti tesi.
- Le guarnizioni devono essere in buone condizioni e pulite.



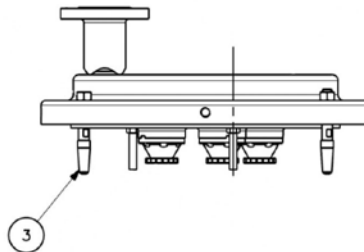
**Procedura di serraggio**

I tiranti devono essere serrati secondo la sequenza illustrata nella [Figura 76](#). Il serraggio si deve effettuare in due fasi: con il primo serraggio si raggiunge il 60% della coppia prevista. Il serraggio finale deve essere eseguito secondo la coppia indicata e nella stessa sequenza della prima fase. Alla fine del serraggio la coppia applicata dovrà essere compresa entro i valori ammissibili, pari a  $\pm 5\%$  del valore indicato.

Ripetere le stesse fasi per ogni coperchio posteriore.



**Figura 76**

**Figura 77 - CI-16**

#### **6.4.5 Operazione 39**

**Installare i bruciatori secondari (vedere [Figura 37](#) , [Figura 40](#) e [Figura 42](#) del [Paragrafo 6.1](#) se non diversamente specificato)**

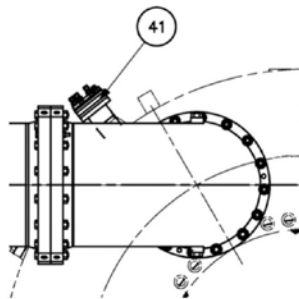
- a. Verificare la presenza e la corretta installazione degli inserti filettati Helicoil sul coperchio posteriore; se necessario, sostituirli.
- b. I bruciatori secondari (posizione 2) possono essere movimentati senza utensili. I bruciatori devono essere applicati sui coperchi posteriori, con la flangia del gas rivolta verso l'alto, utilizzando le viti (posizione 29) e la guarnizione (posizione 22).
- c. Durante l'installazione prestare attenzione a non danneggiare la punta del bruciatore e il corpo centrale della camicia.
- d. Serrare le viti secondo le indicazioni e la procedura specificate nel [Paragrafo 6.4.4](#) punto "e".

#### **6.4.6 Operazione 40**

**Installare i supporti dei rivelatori di fiamma (vedere [Figura 37](#) , [Figura 47](#) & [Figura 48](#) del [Paragrafo 6.1](#) e [Figura 80](#) , se non diversamente specificato)**

- a. I supporti dei rivelatori di fiamma secondari (posizione 11) possono essere installati sul bruciatore secondario mediante le viti (posizione 28) e la guarnizione (posizione 20).

- b. Il supporto dei rivelatori di fiamma primari (posizione 9) può essere installato sulle apposite flange del collettore principale mediante i tiranti (posizione 33), i dadi (posizione 26), le bussole (posizione 23) e la guarnizione (posizione 43).
- c. Serrare tutte le viti e i bulloni come da disegno.
- d. Il collettore di spurgo dei rivelatori di fiamma (posizione 41 [Figura 78](#) ) deve essere installato sull'involucro e poi collegato ai rivelatori di fiamma tramite la tubazione (non compresa nella distinta base materiali), utilizzando gli appositi raccordi filettati.

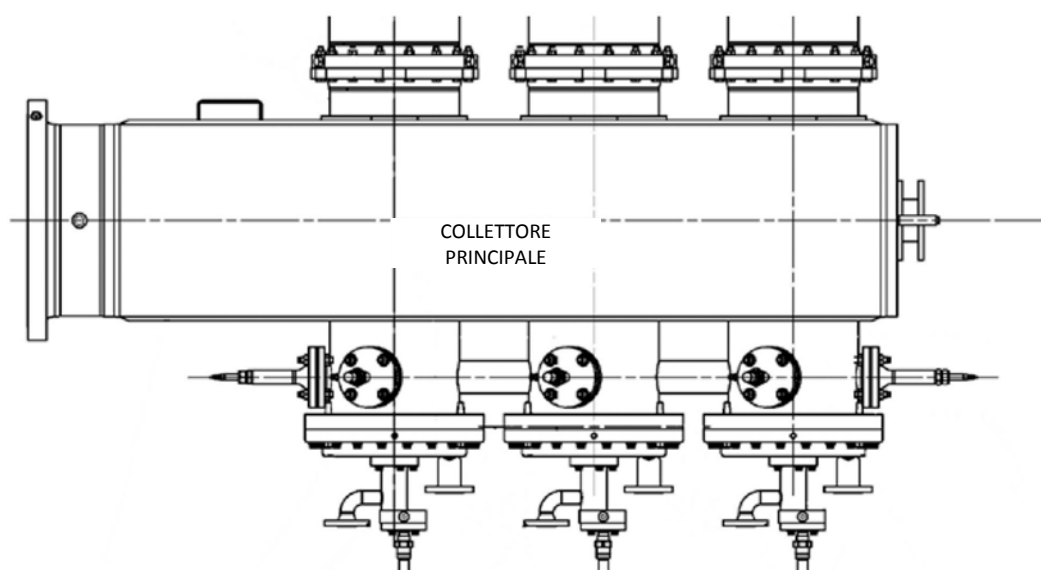


**Figura 78 - CI-17**

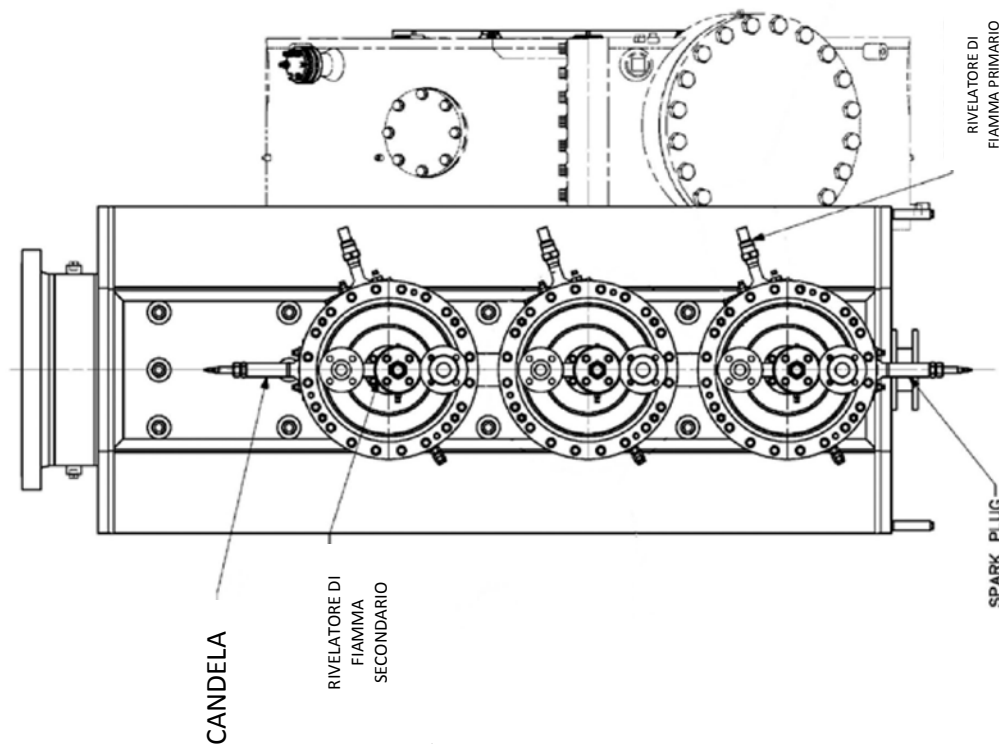
#### **6.4.7            Operazione 41**

**Installare le candele (vedere [Figura 37](#) e [Figura 49](#) del [Paragrafo 0.1](#) e [Figura 80](#) )**

- a. Prima di installare la candela, è necessario applicare i tubi di propagazione di fiamma fittizi (posizione 13). Verificare la distanza 116,6 +/- 1 mm tra la superficie di accoppiamento della flangia della candela e la punta dell'accenditore.
- b. Quindi installare le candele (posizione 10) sulle apposite flange del collettore principale mediante le guarnizioni (posizione 18), i tiranti (posizione 33), i dadi (posizione 26) e le bussole (posizione 23).
- c. Serrare come da disegno.



**Figura 79 - Disposizione rivelatori di fiamma e candele**



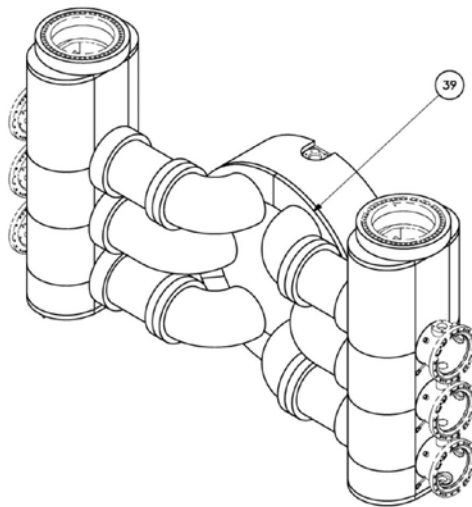
**Figura 80 - CI-18**

#### **6.4.8 Operazione 42**

##### **Installare il rivestimento termico (kit di isolamento)**

- a. Il rivestimento termico (posizione 39, [Figura 81](#) ) può essere applicato per ultimo. Si consiglia di applicare prima tutte le condutture e i relativi accessori (condutture e tubazioni provenienti dal rigeneratore e dall'involucro, termocoppie, ecc.).





**Figura 81 - CI-19**

#### **6.4.9 Operazione 43**

**Installare la metà superiore della conduttura dell'aria di raffreddamento e tenuta, il tetto, gli accessori fissati al tetto e i pannelli laterali (se applicabile)**

- a. Installare le nuove guarnizioni, montare il collettore dell'aria di raffreddamento nello spazio tra le ruote della turbina. Serrare e applicare la coppia prevista alla bulloneria. Montare le staffe di supporto per la conduttura.
- b. Installare le tre linee di tubazioni tra il collettore e i perni di supporto radiali.
- c. Installare le nuove guarnizioni e il collettore di mandata per l'aria di raffreddamento della turbina. Serrare e applicare la coppia prevista alla bulloneria.
- d. Predisporre il sollevamento, utilizzando un'imbracatura a quattro bracci con morsetti tirafilo nei due bracci anteriori. Regolare i morsetti tirafilo, per sollevare l'estremità anteriore del tetto, fino a portarla circa 3 piedi più in alto rispetto all'estremità posteriore. Sollevare il tetto al di sopra dell'unità, posizionarlo e regolarlo al di sotto del plenum di scarico, sistemando l'estremità posteriore in basso sull'intelaiatura, il più vicino possibile al plenum di scarico. Centrare il tetto sull'unità e spostare lentamente l'estremità posteriore del tetto. Usando i morsetti tirafilo, abbassare l'estremità anteriore. Allineare i fori per la bulloneria del tetto, mentre il dispositivo di sollevamento sostiene la maggior parte del peso, quindi appoggiare il tetto.
- e. Applicare sui bulloni un sottile strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102, installare, serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni.
- f. Montare i profilati di tenuta su ogni lato del tetto e fissare con i bulloni.
- g. Riconnettere l'illuminazione, la tubazione del CO2 e le eventuali altre apparecchiature fissate al tetto.

- h. Sollevare e posizionare i pannelli laterali di rivestimento, sistemare i pannelli per allineare i cardini con i fori dei bulloni e montare l'hardware.

#### **6.4.10 Operazione 44**

##### **Pulizia, controllo visivo, verifiche di pre-avviamento/avviamento**

- a. Pulire tutte le tracce di combustibile, olio di lubrificazione e acqua.
- b. Effettuare un controllo visivo dell'unità, assicurarsi che le seguenti operazioni siano state completate.
1. Verificare che tutte le condutture rimosse siano state riposizionate.
  2. Verificare che tutti i tubi protettivi rimossi siano stati riposizionati e che siano stati realizzati i collegamenti elettrici. Confermare il funzionamento di tutti i dispositivi reinstallati.
  3. Eliminare tutte le eventuali perdite di lubrificante, combustibile e acqua riscontrate.
  4. Controllare i plenum d'ingresso e scarico e assicurarne la chiusura.
- c. Ricollegare la corrente elettrica per tutti i sistemi disabilitati all'inizio del lavoro. Riattivare il sistema a CO<sub>2</sub>.
- d. Eseguire verifiche di pre-avviamento nel seguente modo:
1. Registrare tutte le letture del contatore sul pannello.
  2. Verificare il funzionamento della pompa dell'olio di lubrificazione di raffreddamento/emergenza.
  3. Effettuare un controllo visivo, per verificare se l'olio fluisca dagli spurghi dei cuscinetti.
  4. Bloccare l'apparecchiatura dell'interruttore di eccitazione e dell'interruttore del generatore (se applicabile).
  5. Posizionare l'unità sulla binda e verificare la presenza di perdite, sfregamenti, carenze nei controlli.
  6. Adescare la pompa del combustibile (se applicabile).
- e. Avviare l'unità ed eseguire le seguenti verifiche:
1. Osservare il valore rpm relativo all'eccitazione dei sensori di velocità in funzione del tempo.
  2. Controllare la presenza di perdite d'aria.
  3. Osservare e registrare le uscite dei canali di vibrazione.
  4. Osservare e registrare la massima velocità di avviamento.
  5. Verificare il corretto funzionamento dei dispositivi di avviamento.
  6. Verificare i possibili rumori di sfregamento.
  7. Verificare la temperatura dell'olio lubrificante negli spurghi dei cuscinetti o presso il collettore principale e il serbatoio cuscinetti.
  8. Osservare tutte le letture dei manometri sul pannello, verificando i dati anomali.
  9. Fare scattare l'unità, usando lo scatto di emergenza, e porre attenzione a rumori anomali provenienti dalla turbina a gas e da apparecchiature associate durante il coast-down.
  10. Osservare il valore rpm corretto relativo alla diseccitazione dei sensori di velocità.
- f. Iniziare l'avviamento, eseguendo le seguenti verifiche da velocità zero a pieno regime a vuoto:
1. Osservare i parametri di verifica del funzionamento applicabili, le sequenze dei relè, la temperatura di scarico, le vibrazioni e la velocità.
  2. Verificare le candele e i rivelatori di fiamma.
  3. Osservare e registrare i valori della velocità di accelerazione.

4. Registrare una serie completa di letture sulle vibrazioni.
  5. Osservare e registrare il punto di regolazione per la riduzione della temperatura.
  6. Annotare e registrare il tempo di eccitazione di tutti gli appositi relè di velocità.
  7. Verificare il valore rpm a pieno regime, a vuoto.
  8. Verificare il punto di regolazione digitale.
  9. Rilevare una serie completa di dati di funzionamento. Vedere Manutenzione programmata della turbina [Paragrafo 5](#) , Registrazione dei dati, nelle presenti istruzioni di controllo e manutenzione.
  10. Verificare le perdite di aria, olio, combustibile e acqua.
  11. Fissare i tappi dei portelli d'ispezione, usando due montanti su ciascun tappo dopo l'arresto.
  12. Verificare nuovamente la coppia sulla flangia di montaggio dell'ugello del combustibile dopo l'arresto.
- g. Eseguire verifiche del carico (se applicabile).
1. Rilevare una serie completa di dati sul carico.
  2. Verificare le perdite di aria, olio, combustibile, gas e acqua.
- h. Osservare il normale scarico e arresto nel seguente modo:
1. Annotare e registrare il tempo di coast-down.
  2. Verificare la presenza di rumori anomali, provenienti dalla turbina a gas e dalle apparecchiature associate, durante il coast-down.
  3. Osservare le letture sulle vibrazioni dell'unità durante il coast-down.
  4. Fissare i tappi dei portelli d'ispezione, usando due montanti per ciascun tappo dopo l'arresto.
  5. Verificare nuovamente la coppia sui bulloni per flange di montaggio dell'ugello del combustibile dopo l'arresto.
  6. Completare la preparazione di tutti i rapporti sui dati riguardanti controlli, avviamento e funzionamento.

## 7 CONTROLLO DI CAMICIA E PEZZO DI TRANSIZIONE



### **ATTENZIONE**

Prima di procedere con il controllo della camicia e del pezzo di transizione (LPT), assicurarsi che la turbina a gas sia isolata, che il sistema a CO<sub>2</sub> sia disattivato e che il sistema a gas combustibile sia isolato e spurgato.

### 7.1 PROCEDURA DI SMONTAGGIO PER CAMICIA E PEZZO DI TRANSIZIONE MS-3002J DLN

La presente procedura non esclude il rischio di possibili incidenti; fare riferimento all'analisi della sicurezza sul lavoro del proprio sito (JSA: job safety analysis) o alla valutazione dei rischi (RA: risk assessment) per informazioni in merito alle speciali procedure di movimentazione o ai requisiti dei dispositivi di protezione individuale (DPI).

#### 7.1.1 Operazioni da 1 a 11

Eseguire le operazioni di smontaggio per il controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.1](#) al [Paragrafo 6.1.11](#)

#### 7.1.2 Operazione 12

Come rimuovere l'involucro (vedere [Figura 38](#) e [Figura 49](#) del [Paragrafo 0.1](#) e [Figura 86](#) , se non diversamente specificato)

- È necessario rimuovere il guscio superiore dell'involucro.
- Rimuovere tutti i sei anelli dalle flange dei gomiti (posizione 35).
- Rimuovere tutte le viti dalla flangia di accoppiamento.
- Quindi rimuovere le viti per l'accoppiamento del guscio dell'involucro alla cassa di scarico del compressore (posizioni 3 e 13, [Figura 82](#) e [Figura 83](#) ) e la vite per l'accoppiamento del guscio dell'involucro alla cassa della turbina (posizioni 2 e 24, [Figura 82](#) e [Figura 84](#) ).
- Assicurarsi che non vi siano altre condutture, tubazioni o cavi ancora installati sull'involucro, quindi sollevare il guscio con una gru.
- Non è necessario rimuovere il guscio inferiore dell'involucro.

#### 7.1.3 Operazione 13

Come rimuovere i pezzi di transizione (vedere [Figura 87](#) , [Figura 88](#) , [Figura 89](#) , [Figura 90](#) , [Figura 86](#) e [Figura 85](#) )

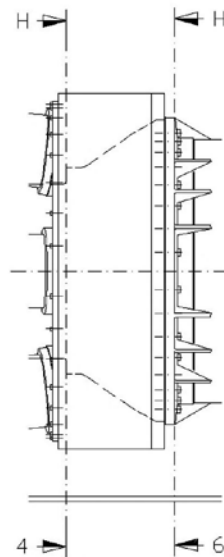
- I pezzi di transizione sono supportati da due staffe. La staffa anteriore è accoppiata con la cassa di scarico del compressore mediante un giunto scorrevole, mentre la staffa posteriore è accoppiata con l'anello esterno dell'ugello mediante un perno e una vite.
- Una volta rimosso il guscio superiore dell'involucro, è possibile raggiungere i quattro pezzi di transizione superiori.
- Rimuovere la vite (posizione 9) e la piastra antiavvitamento (posizione 8), quindi la piastra di bloccaggio per la guarnizione di tenuta laterale; a questo punto è possibile sfilare la guarnizione di tenuta laterale (posizione 5). Assicurarsi che ambedue i lati del pezzo di transizione da rimuovere siano staccati dalla guarnizione di tenuta laterale.

- d. Rimuovere la vite (posizione 3) e la piastra antiavvitamento (posizione 4) dalla staffa posteriore.
- e. Spostare indietro il pezzo di transizione, per staccare la staffa anteriore dal relativo supporto (posizione 1 o 2).
- f. Dopo aver rimosso i quattro pezzi di transizione superiori, è possibile raggiungere quelli inferiori. Dal momento che il guscio inferiore dell'involucro è ancora installato, è necessario raggiungere i pezzi di transizione attraverso l'involucro per rimuoverli.

### **ATTENZIONE**



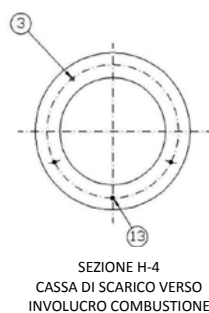
Si consiglia di movimentare il pezzo di transizione, usando dispositivi di sollevamento (ad es. funi), ma è possibile eseguire l'operazione manualmente, a terra, con l'intervento di 2 persone. Si dovrebbero predisporre nuove piastre antiavvitamento per il successivo rimontaggio. Qualora, durante lo smontaggio, i bulloni o qualsiasi altro materiale da usare per il montaggio abbiano subito danni, si dovranno predisporre bulloni o materiali nuovi. Prestare attenzione a non danneggiare le guarnizioni di tenuta superiori (fisse) e inferiori (flottanti) durante i movimenti.



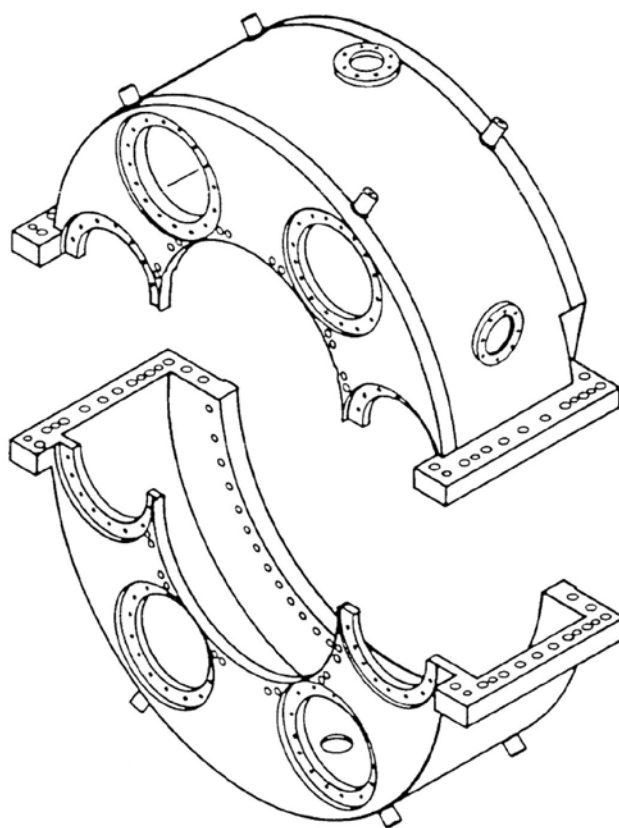
**Figura 82 - LTPI-01**



**Figura 83 - LTPI-02**

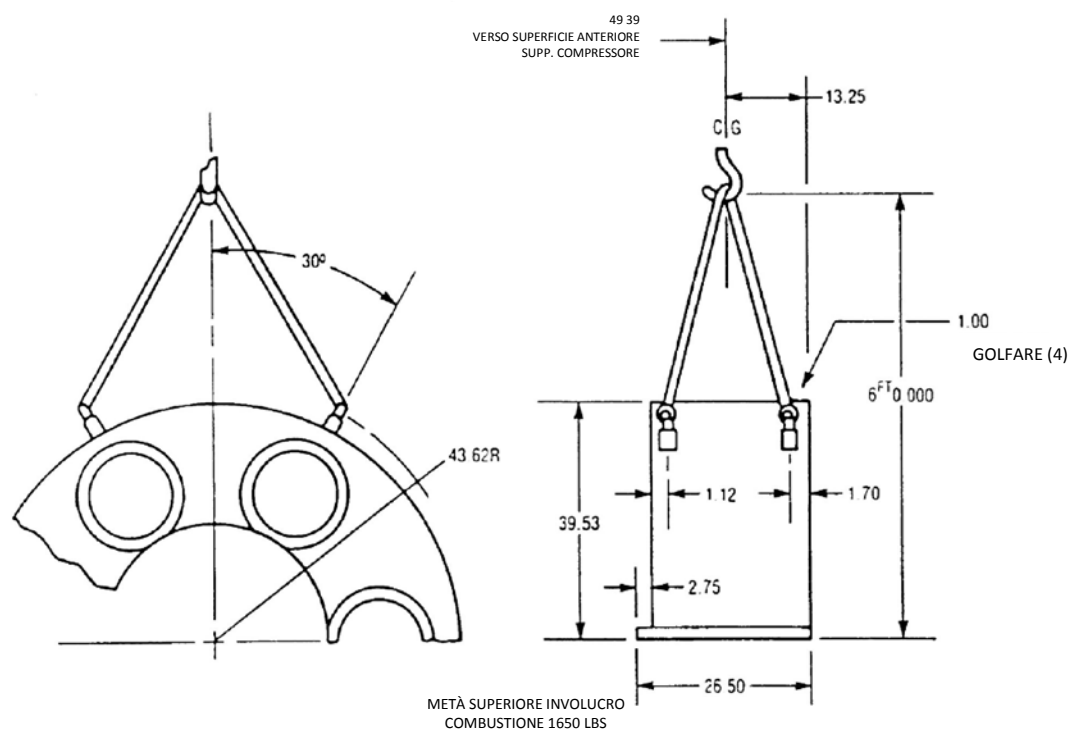


**Figura 84 - LTPI-03**

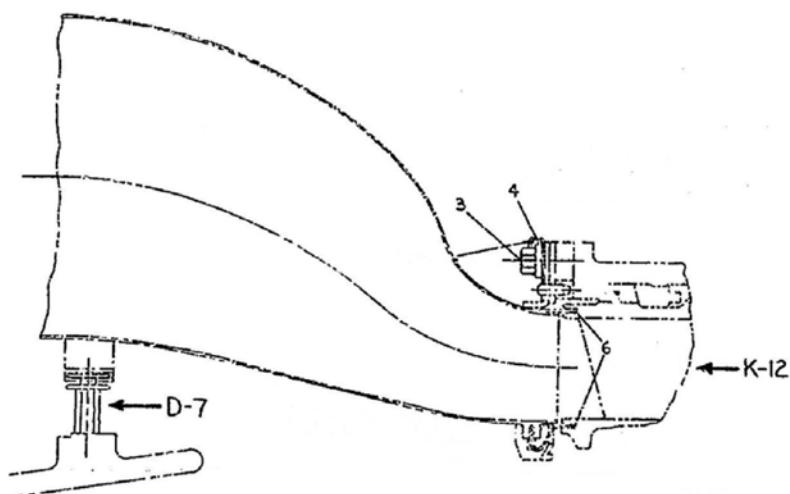


**Figura 85 - LTPI-16 - Tipico involucro della camera di combustione**

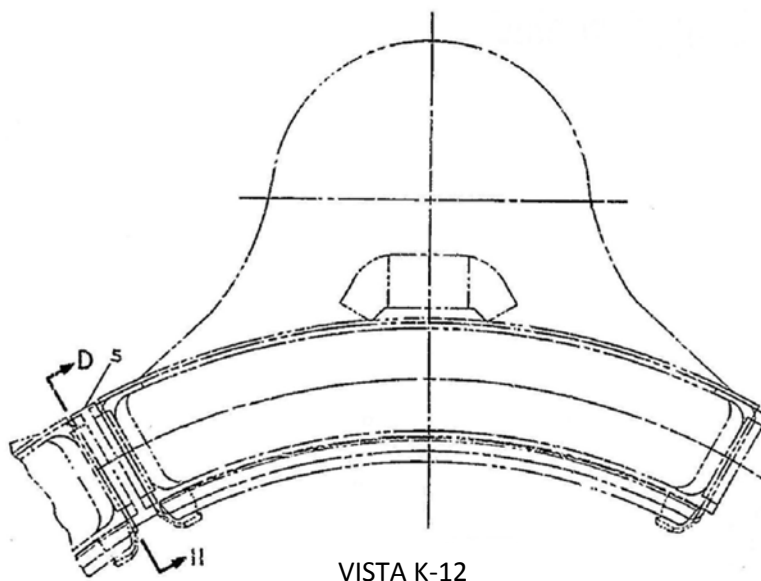




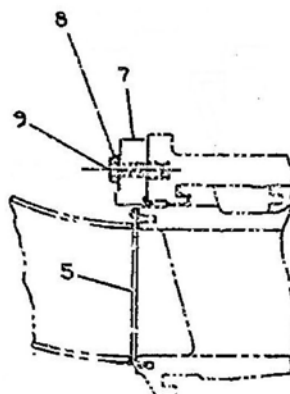
**Figura 86 - LTPI-15 - Dispositivo di sollevamento per la rimozione dell'involucro della camera di combustione**



**Figura 87 - LTPI-04**

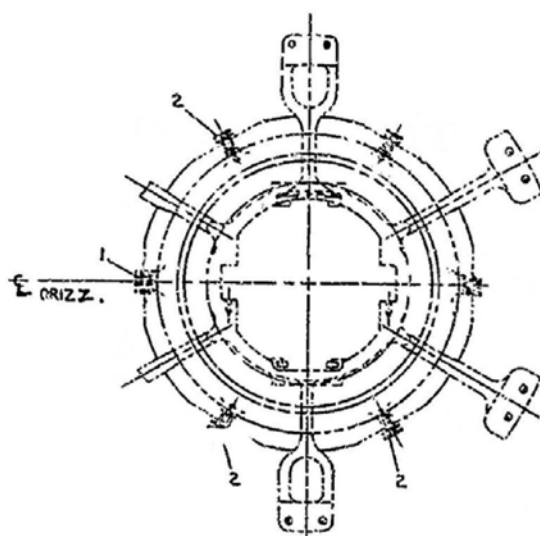


**Figura 88 - LTPI-05**



SEZIONE D-II

**Figura 89 - LTPI-06**



VISTA D-7

**Figura 90 - LTPI-07**

## 7.2 PROCEDURA DI CONTROLLO PER CAMICIE E PEZZI DI TRANSIZIONE MS-3002J DLN

### 7.2.1 Operazioni da 12 a 34

Eseguire le operazioni di controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.2.1](#) al [Paragrafo 6.2.9.2](#)

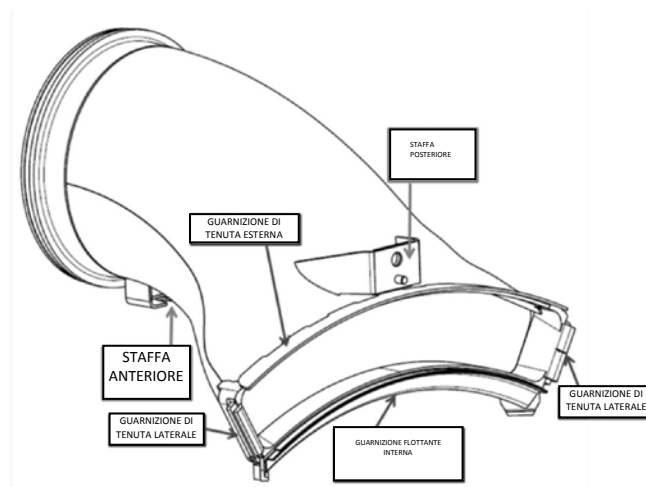
### 7.2.2 Controllo del pezzo di transizione

Si raccomanda la riparazione dei pezzi di transizione, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

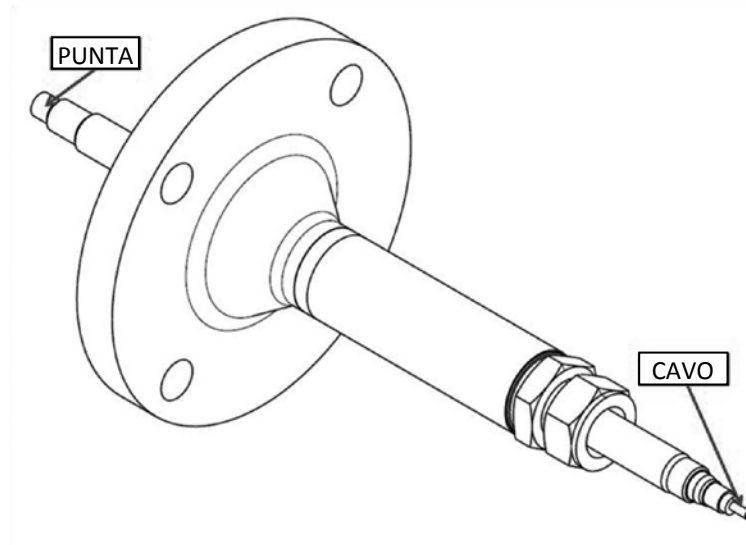
I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 7.3](#) , [Tabella 20](#).

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.



**Figura 91**



**Figura 92**



**ATTENZIONE**

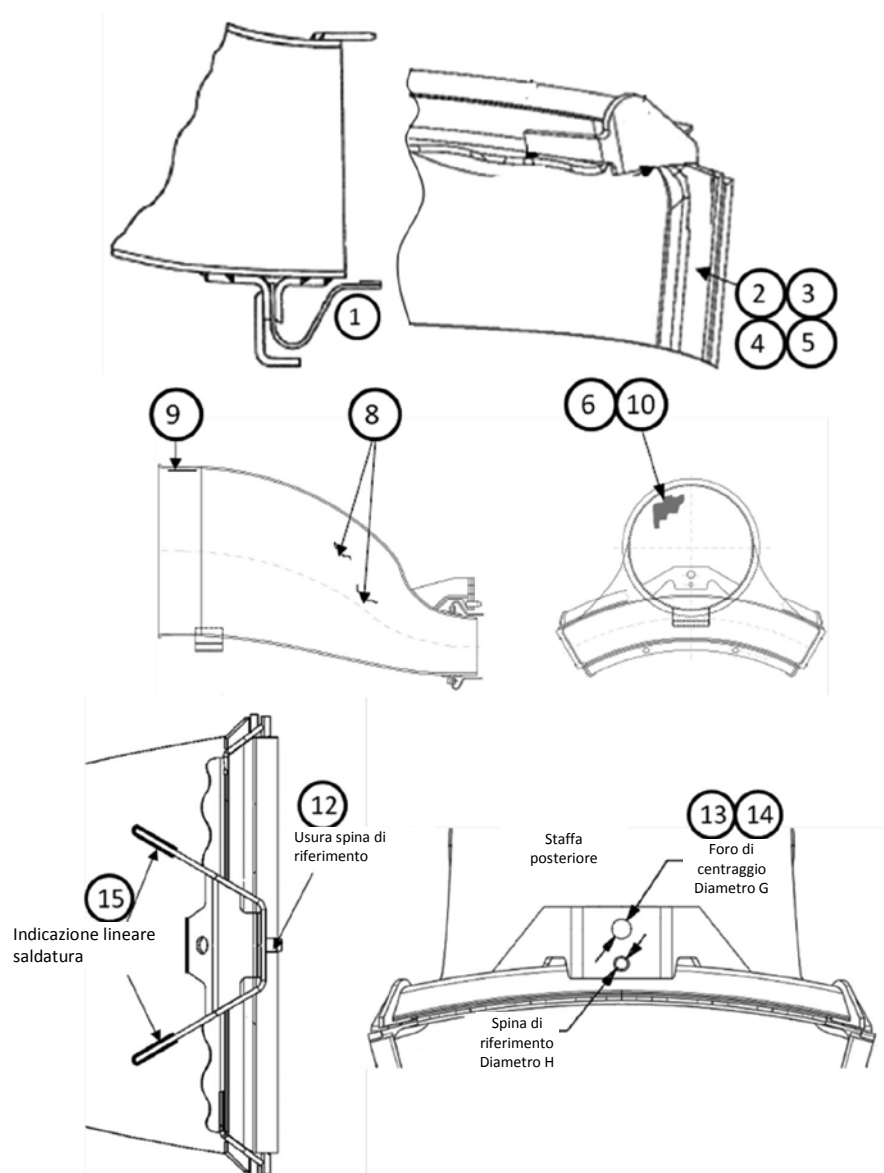
Non contaminare la barriera termica (TBC) con liquidi penetranti.

**Operazione 35**

**Controllo visivo e con liquidi penetranti del pezzo di transizione**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 7.3](#) , [Tabella 20](#)

- a. Il controllo del pezzo di transizione dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche, spallazione della barriera TBC, deformazioni o usura.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.
- c. Le seguenti figure hanno unicamente funzione di riferimento.



**Figura 93**

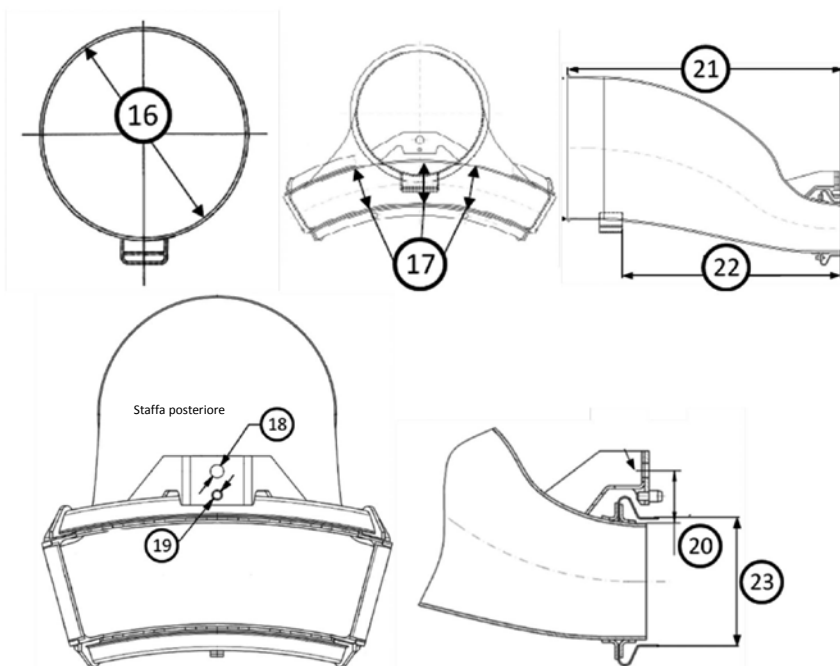


## **Operazione 36**

### **Controllo dimensionale del pezzo di transizione**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 7.3](#) , [Tabella 20](#)

- a. Il controllo dimensionale deve essere eseguito sulle superfici di accoppiamento; misurare almeno due diametri (separati di 90 °) su ogni sezione circolare verificata.



**Figura 94**

### **7.2.3 Controllo di gomiti esterni, collettore principale e involucro**

I gomiti esterni costituiscono parte integrante dell'insieme del gomito; per il controllo completo e la riparazione è necessario smontare il gomito interno, le schermature e i gomiti esterni.

Si raccomanda la riparazione dei gomiti esterni, servendosi di centri GE dedicati e provvisti della necessaria dotazione; si sconsigliano assolutamente le riparazioni in loco.

I risultati di tutti i controlli devono essere registrati nei relativi moduli (vedere Servizio di manutenzione). I limiti di accettabilità e i criteri da considerare durante i controlli sono indicati nel [Paragrafo 7.3](#) , [Tabella 21](#) .

Le parti principali sono illustrate nelle figure seguenti.

Il controllo visivo dovrebbe essere mirato al rilevamento di danni non riparabili, inclusi quelli causati da corpi estranei, materiale mancante, erosione od ossidazione eccessiva e altri danni chiaramente visibili.

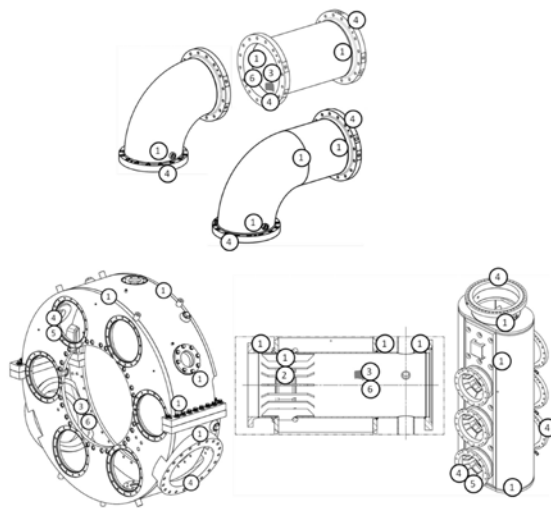
Il controllo delle cricche deve essere effettuato con tecniche non distruttive, usando liquidi penetranti lavabili con acqua.

### **Operazione 37**

#### **Controllo visivo e con liquidi penetranti di gomiti esterni, collettore principale e involucro**

Per i relativi limiti di accettabilità fare riferimento al [Paragrafo 7.3](#) , [Tabella 21](#)



- a. Il controllo su parti esterne e collettore principale dovrebbe essere mirato al rilevamento di cricche od ossidazione.
- b. È necessario effettuare un controllo visivo e con liquidi penetranti.



**Figura 95**

### 7.3 TABELLE DEI LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER IL SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN

Applicare tutte le tabelle del [Paragrafo 6.3](#) , oltre a quelle di seguito indicate

Controllo delle guarnizioni di tenuta con liquidi penetranti		
<p><b>NOTA</b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Usura sulla guarnizione di tenuta flottante	Spessore minimo del materiale 1,33 mm
2	Usura sulle guarnizioni di tenuta laterali	Massimo 0,13 mm
3	Usura sulla sede delle guarnizioni di tenuta laterali	Massimo 0,76 mm
4	Indicazioni lineari radiali sulla guarnizione di tenuta laterale	Massima lunghezza 1,57 mm
5	Indicazioni lineari circonferenziali sulla guarnizione di tenuta laterale	Massima lunghezza 1,57 mm
Corpo del pezzo di transizione		
<p><b>NOTA</b></p> <p> Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.</p>		
	Difetti	Limiti di accettabilità
6	TBC mancante	Un massimo di (6) punti, massimo 6,35 x 6,35 mm, separati da un minimo di 6,35 mm
7	Indicazioni lineari sul materiale di base	Lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 mm
8	Indicazioni lineari su cordone di saldatura	Massima lunghezza 1,57 mm
9	Usura sulla superficie di accoppiamento con il gomito	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,40 mm
10	Ossidazione (eccetto per le aree usurate)	Riduzione massima dello spessore del materiale 0,76 mm
Staffa posteriore		

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
11	Indicazione lineare	Massima lunghezza 1,57 mm
12	Usura su spina di riferimento	Diametro minimo rimanente 9,4 mm
13	Usura su foro di centraggio esterno	Diametro massimo rimanente 17,8 mm
14	Indicazione lineare su foro di centraggio esterno	Massima lunghezza 1,57 mm
15	Indicazione lineare sulle saldature	Massima lunghezza 1,57 mm

Tabella 20 - "LTPI-A" - LIMITI DI ACCETTABILITÀ

**Controllo visivo e con liquidi penetranti di gomiti esterni, collettore principale e involucro**

**NOTA**



Le indicazioni lineari sono classificate come quelle aventi una lunghezza uguale o superiore a quattro (4) volte la propria larghezza; le indicazioni, la cui lunghezza sia pari o inferiore a 1,57 mm, saranno considerate non lineari e accettabili; le indicazioni lineari devono essere contrassegnate come "da riparare" con un marcatore approvato.

	Difetti	Limiti di accettabilità
1	Indicazioni lineari su tutte le saldature	Non ammissibile
2	Indicazioni lineari su divisori di flusso interni del collettore principale	Lunghezza massima 1,57 mm; fino a 10 indicazioni lineari massimo, separate da almeno 6,35 m
3	Ossidazione	Spessore minimo 0,3 al di sotto del valore nominale
4	Affaticamento superficie di tenuta	0,8 non ammissibili
5	Inserti filettati riportati Helicoil allentati o danneggiati	Non ammissibile
6	Eccesso di penetrazione (materiale mancante), eccetto per le aree usurate	Non ammissibile

Tabella 21 - "LTPI-B" - LIMITI DI ACCETTABILITÀ

## **7.4 PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PER SISTEMA DI COMBUSTIONE MS3002J DLN**

### **7.4.1 Operazione 38**

**Installare l'involucro e i pezzi di transizione (vedere [Figura 99](#) , [Figura 100](#) , [Figura 101](#) e [Figura 102](#) se non diversamente specificato)**

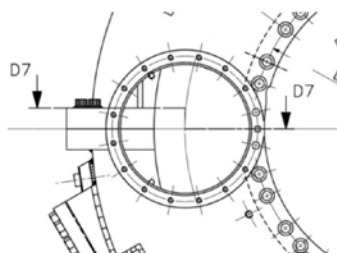
- a. Il guscio inferiore dell'involucro viene installato durante l'allineamento verticale, accoppiando il guscio dell'involucro alla cassa di scarico del compressore e alla cassa della turbina (posizioni 3, 13, 2 e 24 nella [Figura 82](#) , [Figura 83](#) e [Figura 84](#) ).
- b. Una volta terminato l'allineamento verticale, il motore si trova in posizione orizzontale e l'ugello di primo stadio è montato, quindi è possibile continuare con l'installazione dei pezzi di transizione, da parte di 2 o 3 persone, partendo dai pezzi inferiori (CC n. 3 e n. 4).
- c. Le immagini di riferimento per l'installazione dei pezzi di transizione sono la [Figura 87](#) , [Figura 88](#) , [Figura 89](#) e [Figura 90](#) .

Installare la guarnizione (posizione 6) nella sede sul primo anello dell'ugello. Fare scorrere in avanti il pezzo di transizione, in modo da innestare la staffa anteriore nel relativo supporto (posizione 1 o 2). Quindi accoppiare la staffa posteriore al primo anello dell'ugello con le viti (posizione 3) e le piastre di bloccaggio (posizione 4). A questo punto è possibile installare le guarnizioni di tenuta laterali (posizione 5), bloccandole con l'apposita piastra (posizione 7), la vite (posizione 9) e la piastra antiavvitamento (posizione 8).

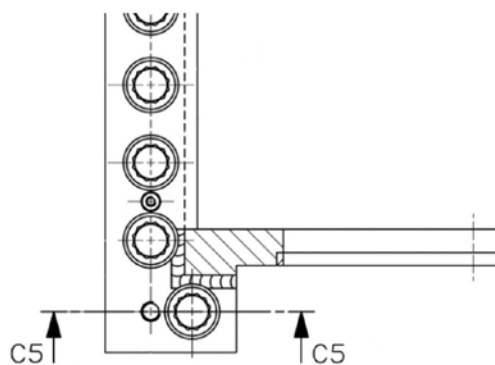
- d. Ripetere la procedura di cui sopra per tutti gli altri pezzi di transizione (CC n. 2 e 5, 1 e 6). Infine, serrare tutte le viti con il valore di coppia raccomandato.
- e. Verificare che le superfici di accoppiamento delle flange non siano danneggiate e pulirle, se necessario. Chiudere l'involucro, installando il guscio superiore mediante gli appositi golfari e le funi (non in dotazione).
- f. Installare tutte le viti (posizione 22 nella [Figura 96](#) , [Figura 97](#) e [Figura 98](#) ) sulla flangia di accoppiamento.
- g. Applicare tutte le viti per l'accoppiamento del guscio dell'involucro alla cassa di scarico del compressore (posizioni 3 e 13 nella [Figura 82](#) e [Figura 83](#) ) e le viti per l'accoppiamento del guscio dell'involucro alla cassa della turbina (posizioni 2 e 24 nella [Figura 82](#) e [Figura 84](#) ). Serrare tutte le viti con il valore di coppia raccomandato. Installare tutti i sei anelli sulle flange dei gomiti (posizione 35 nella [Figura 38](#) ).

**7.4.2 Operazioni da 39 a 48**

Eseguire le operazioni di rimontaggio per il controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.4.1](#) al [Paragrafo 6.4.10](#)

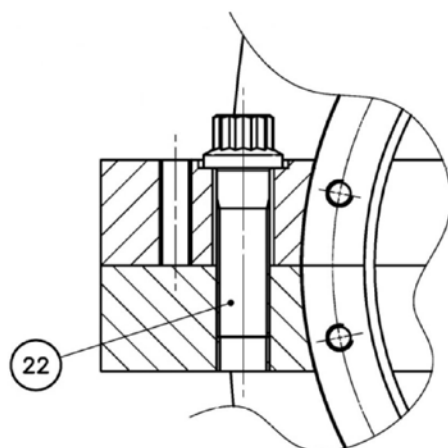


**Figura 96 - LTPI-08**



SEZIONE D7-D7

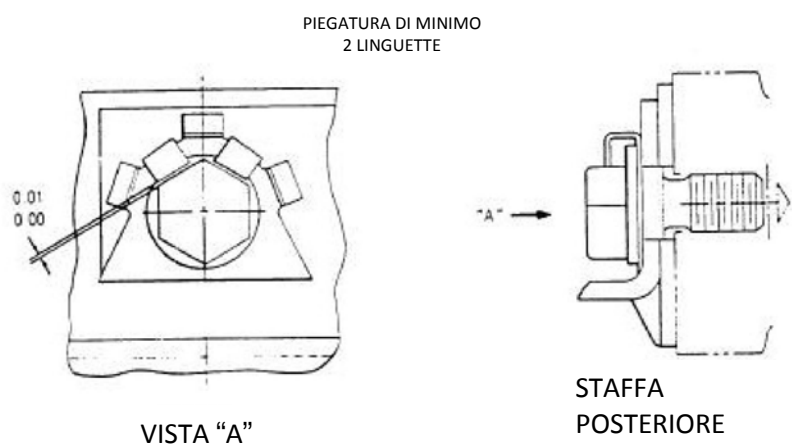
**Figura 97 - LTPI-09**



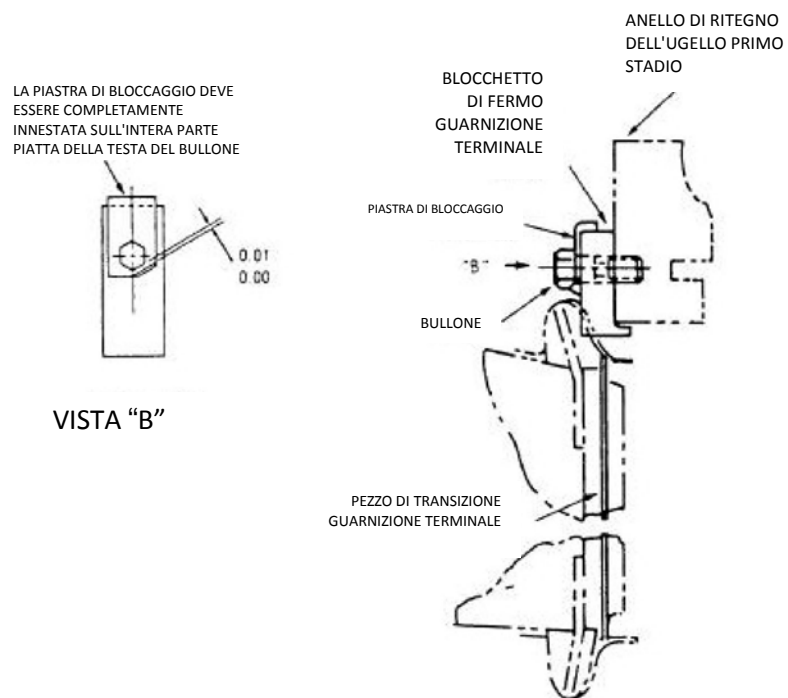
SEZIONE C5-C5

**Figura 98 - LTPI-10**

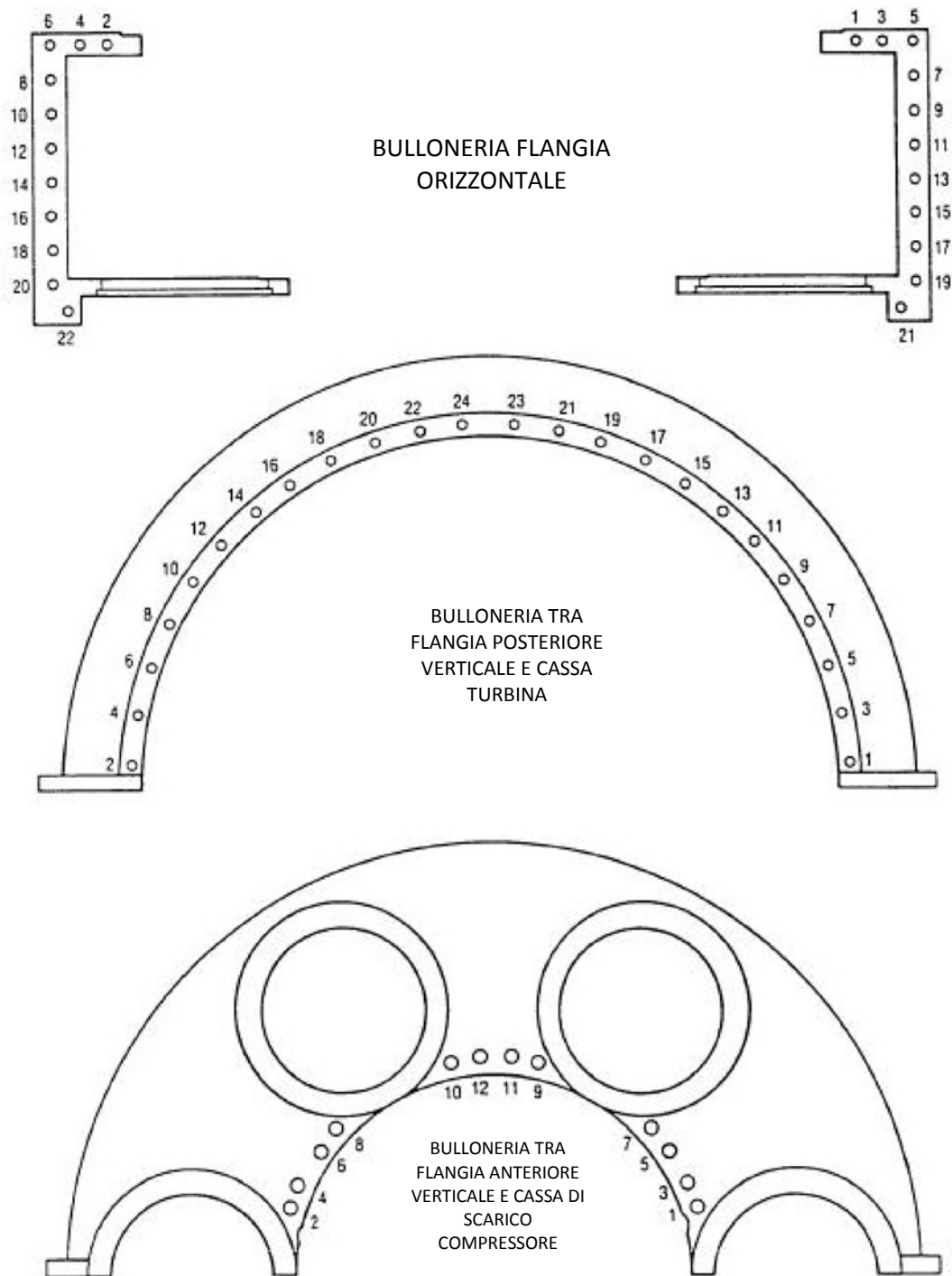




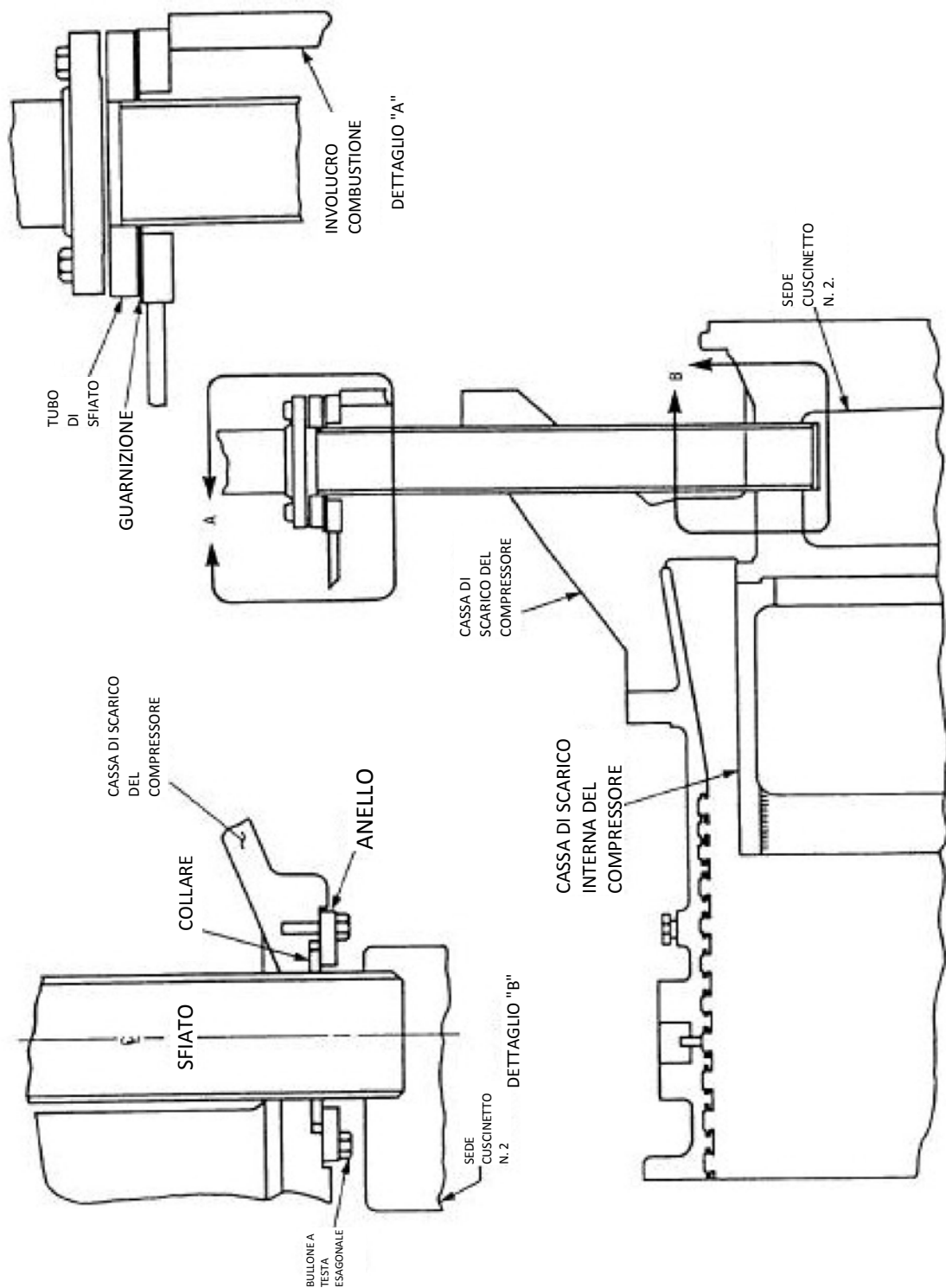
**Figura 99 - LTPI-11 - Applicazione piastra di bloccaggio per bullone staffa posteriore**



**Figura 100 - LTPI\_12 - Applicazione piastra di bloccaggio per bullone di arresto guarnizione di tenuta laterale**



**Figura 101 - LTPI\_13 - Sequenza di applicazione della coppia sul bullone**



**Figura 102 - LTPI\_14 - Insieme tubo di sfiato cuscinetto n. 2**

## 8 CONTROLLO DELLE PARTI CALDE

### ATTENZIONE



Prima di procedere con il Controllo delle parti calde, assicurarsi che la corrente elettrica per la turbina a gas sia staccata e il relativo contrassegno di sicurezza sia apposto, che il sistema a CO<sub>2</sub> sia disattivato, che il sistema combustibile gassoso sia isolato e/o che il sistema combustibile liquido sia stato spurgato e disattivato. Fare riferimento al [Paragrafo 2](#) , Procedure standard, nelle presenti istruzioni di controllo e manutenzione.

### 8.1 PROCEDURA DI SMONTAGGIO PARTI CALDE MS-3002J

La presente procedura non esclude il rischio di possibili incidenti; fare riferimento all'analisi della sicurezza sul lavoro del proprio sito (JSA: job safety analysis) o alla valutazione dei rischi (RA: risk assessment) per informazioni in merito alle speciali procedure di movimentazione o ai requisiti dei dispositivi di protezione individuale (DPI).

#### 8.1.1 Operazioni da 1 a 11

Eseguire le operazioni di smontaggio per il controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.1.1](#) al [Paragrafo 6.1.11](#)

#### 8.1.2 Operazioni 12 e 13

Eseguire le operazioni di smontaggio per il controllo della camicia e dei pezzi di transizione (LPTI) come indicato dal [Paragrafo 7.1.2](#) e [Paragrafo 7.1.3](#)

#### 8.1.3 Operazione 14

Predisporre una fondazione solida e sistemare martinetti a vite meccanici al di sotto delle casse dell'unità

## **NOTA**

Usare unicamente martinetti di supporto meccanici e non idraulici. Posizionare i martinetti meccanici presso la centratura della flangia verticale sul fondo della cassa.

Sistemare i martinetti unicamente su una fondazione solida. Usare soltanto blocchi di supporto metallici, ove richiesto. I fori di accesso devono essere ricavati attraverso la piastra di fondo del vano turbina, qualora non siano già presenti, in modo da consentire il collocamento dei martinetti sulla fondazione di calcestruzzo. Per le unità con centratura assiale trave a doppio T, ricavare i fori di accesso lungo la trave, provvedendo al necessario rinforzo mediante blocchi metallici e spessori, collocati al di sotto della trave, presso i punti di sollevamento, in modo da evitare qualsiasi flessione. Anche i sollevatori, qualora costituiscano parte del kit di Attrezzi speciali, devono essere poggiati sulla fondazione nel punto di collocamento dei martinetti, in modo da evitare l'inflessione delle travi.



Non allentare i bulloni della cassa fino a quando tutti i martinetti e i supporti necessari non siano stati sistemati.

Non rimuovere i martinetti e gli altri supporti fino a quando tutte le metà superiori delle casse non siano state reinstallate e bullonate.

Non posizionare l'indicatore a quadrante sul martinetto o sul punto d'appoggio del martinetto, per misurare la flessione della cassa verso l'alto. Posizionare l'indicatore sulla fondazione o sul basamento della turbina. Rimuovere l'indicatore dopo aver ottenuto la flessione verso l'alto richiesta.

Usare un cuneo d'acciaio o un bullone estrattore da 1 pollice (dimensione minima) per supportare le casse, non raggiungibili dai martinetti. I cunei o bulloni estrattori dovrebbero essere dotati di contrassegni metallici in colori vivaci, legati con un filo metallico o una catenella, in modo da identificarli per la relativa rimozione, dopo aver sistemato le metà superiori delle casse.

- a. Posizioni dei martinetti di supporto per le casse dell'unità (vedere [Figura 104](#))
  1. Installare un martinetto di supporto meccanico da 25 t. presso la centratura sul fondo tra la cassa del compressore e le flange verticali della cassa di scarico del compressore. Vedere [Figura 104](#) posizione "A".
  2. Installare un martinetto di supporto meccanico da 50 t. presso la centratura sul fondo della flangia anteriore della cassa della turbina. Vedere [Figura 104](#) Posizione "B" del martinetto.
  3. Installare un cuneo d'acciaio o un bullone estrattore da 1 pollice (dimensione minima) tra il fondo della flangia posteriore della cassa della turbina e il cuneo di bloccaggio della turbina. Il bullone estrattore o il cuneo dovrebbero essere dotati di contrassegni in colori vivaci, legati con un filo metallico, in modo da identificarli per la relativa rimozione. Vedere [Figura 104](#), posizione "C".
  4. Settare gli indicatori a quadrante per misurare la flessione verso l'alto delle casse. Gli indicatori a quadrante dovrebbero essere montati sulla fondazione o il basamento della turbina. Non posizionare gli indicatori a quadrante sul martinetto o sul punto d'appoggio del martinetto.
  5. Usando i martinetti metallici e il bullone estrattore o il cuneo d'acciaio, applicare una pressione verso l'alto sulle casse, per ottenere una flessione in ciascuna posizione, nel seguente modo:
    - Punto "A" - 0,002/0,004 pollici
    - Punto "B" - 0,000/0,001 pollici
    - Punto "C" - 0,002/0,004 pollici

Rimuovere gli indicatori dopo aver ottenuto la flessione verso l'alto richiesta.

**8.1.4 Operazione 15****Rimuovere la metà superiore della cassa della turbina (vedere [Figura 105](#) )**

- a. Rimuovere i bulloni della giunzione verticale tra la cassa della turbina e la cassa di scarico. Rimuovere la spina di riferimento assiale nella flangia della metà superiore.
- b. Rimuovere i bulloni della giunzione verticale e le spine di riferimento tra la cassa della turbina e l'involucro della camera di combustione
- c. Rimuovere i bulloni e le spine di riferimento tra la cassa della turbina e i bracci di supporto della cassa di scarico del compressore.
- d. Rimuovere i bulloni della giunzione orizzontale e i perni a espansione da ambedue i lati della cassa della turbina.

**NOTA**

I perni a espansione devono essere rimossi con movimento verso l'alto. Nel foro è presente un gradino, atto a impedire il movimento verso il basso.

- e. Sostenere l'anello di controllo con un martinetto meccanico o un blocco presso la centratura sul fondo. Ciò consentirà di mantenere in posizione il semianello inferiore dopo aver disconnesso la metà superiore.
- f. Rimuovere i bulloni e i perni a espansione, che uniscono le due metà dell'anello di controllo. Disconnettere il braccio della leva dall'anello di controllo, rimuovendo la barra di collegamento dai due setti seguenti:
  1. Accanto alla giunzione orizzontale presso la metà inferiore lato destro.
  2. Accanto alla giunzione orizzontale presso la metà superiore lato sinistro.
- g. Ruotare ognuno dei suddetti setti in senso orario fino all'arresto del perno. Ciò consentirà ai bordi di uscita dei suddetti setti di liberare la parete laterale interna al momento di sollevare la cassa della turbina.
- h. Tirare indietro i tre perni di supporto radiali superiori del diaframma secondo stadio di almeno 2,5 pollici. Ciò consentirà ai perni nella metà superiore di liberare il diaframma interno. Potrebbe essere necessario rimuovere i gomiti della condotta dai perni radiali per raggiungere la dimensione di 2,5 pollici. Vedere [Figura 105](#) n. 1 e 14.

**ATTENZIONE**

Non è necessario rimuovere i perni di supporto dalla cassa della turbina, ma è comunque indispensabile che siano mantenuti in posizione di estrazione durante le operazioni di smontaggio o rimontaggio, per evitare gravi danni.

- i. Rimuovere i fermi e i tappi dei fori per il boroscopio dalla cassa della turbina. Identificare la posizione dei tappi.
- j. Predisporre il sollevamento con un paranco a catena da 5 t. dal gancio della gru principale e sistemare il paranco in posizione estesa a 2/3. Predisporre un'imbracatura a quattro bracci con un morsetto tirafilo in ogni braccio, dagli orecchioni di sollevamento della cassa della turbina al

gancio sul paranco. Regolare i morsetti tirafilo in ogni braccio per garantire una tensione equivalente. Vedere [Figura 106](#).

Installare i quattro bulloni estrattori nei fori di sollevamento della cassa. Assicurarsi che i bracci delle leve dei setti lato sinistro e destro siano ruotati in senso orario e che inizino a sollevare la cassa con i bulloni estrattori in modo uniforme, per alzarla di circa 2 pollici, mantenendo sempre uguali i gap ai quattro angoli. L'operazione di sollevamento può essere facilitata, tenendo in tensione i quattro cavi con il paranco.

Installare i perni di guida nella cassa e assicurarsi che il loro movimento sia scorrevole. Verificare che i bracci delle leve dei setti a sinistra e a destra non si inceppino. Usando il paranco, provare ad alzare la cassa senza continuare a usare i bulloni estrattori. Verificare e mantenere gap uguali ai quattro angoli, regolando i singoli morsetti tirafilo in ogni braccio. Se i perni di guida si inceppano, significa che la cassa non è in piano oppure si è spostata verso destra o sinistra.

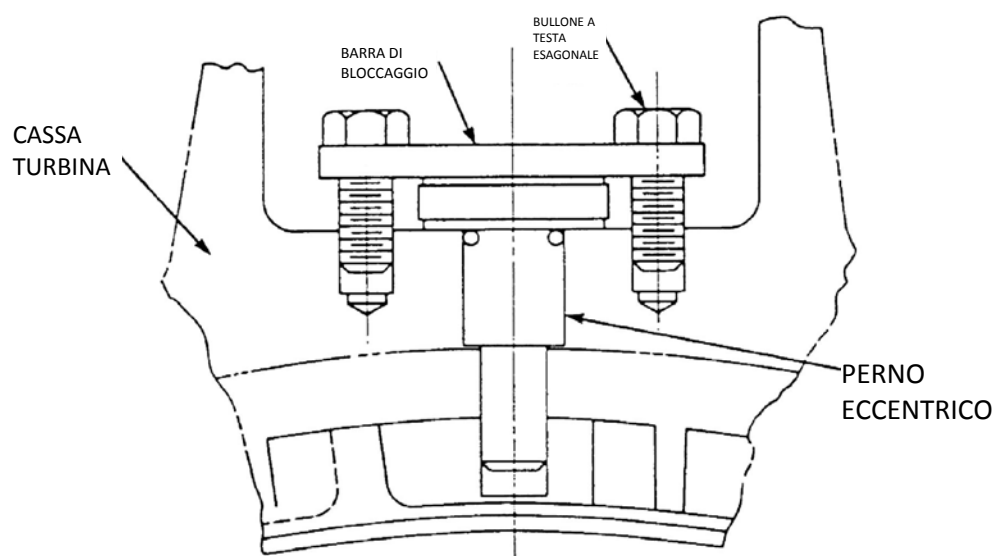
Se la cassa non può essere alzata solo con il paranco, continuare a usare i bulloni estrattori e alzare la cassa fino a ottenere un gap di 4 pollici. Installare il blocco di legno tra le due flange su entrambi i lati per sicurezza.

Usando il paranco, provare nuovamente ad alzare la cassa della turbina senza adoperare i bulloni estrattori. Ripetere la sequenza di sollevamento e sollevamento con martinetti a incrementi di 2 pollici, fino a quando non sia possibile sollevare la cassa con il solo paranco. Assicurarsi che i setti lato sinistro e destro siano liberi e che non si inceppino durante l'operazione di sollevamento.

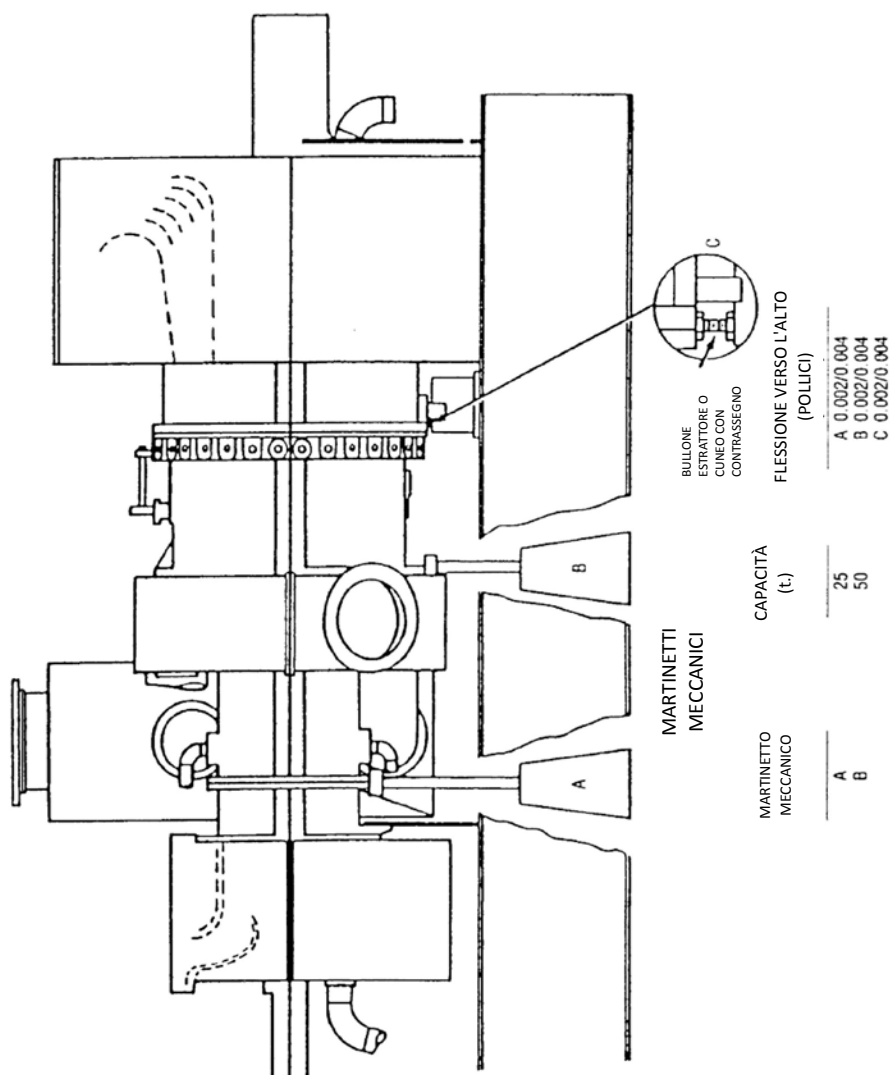
Sollevare la cassa della turbina, staccandola dall'unità, e poggiarla su un blocco idoneo, in modo da proteggere le flange e i setti degli ugelli.

- k. Contrassegnare la posizione di accoppiamento del perno eccentrico con la cassa della turbina, rimuovere i bulloni e il perno eccentrico. Contrassegnare e identificare la posizione del perno. Vedere [Figura 103](#).

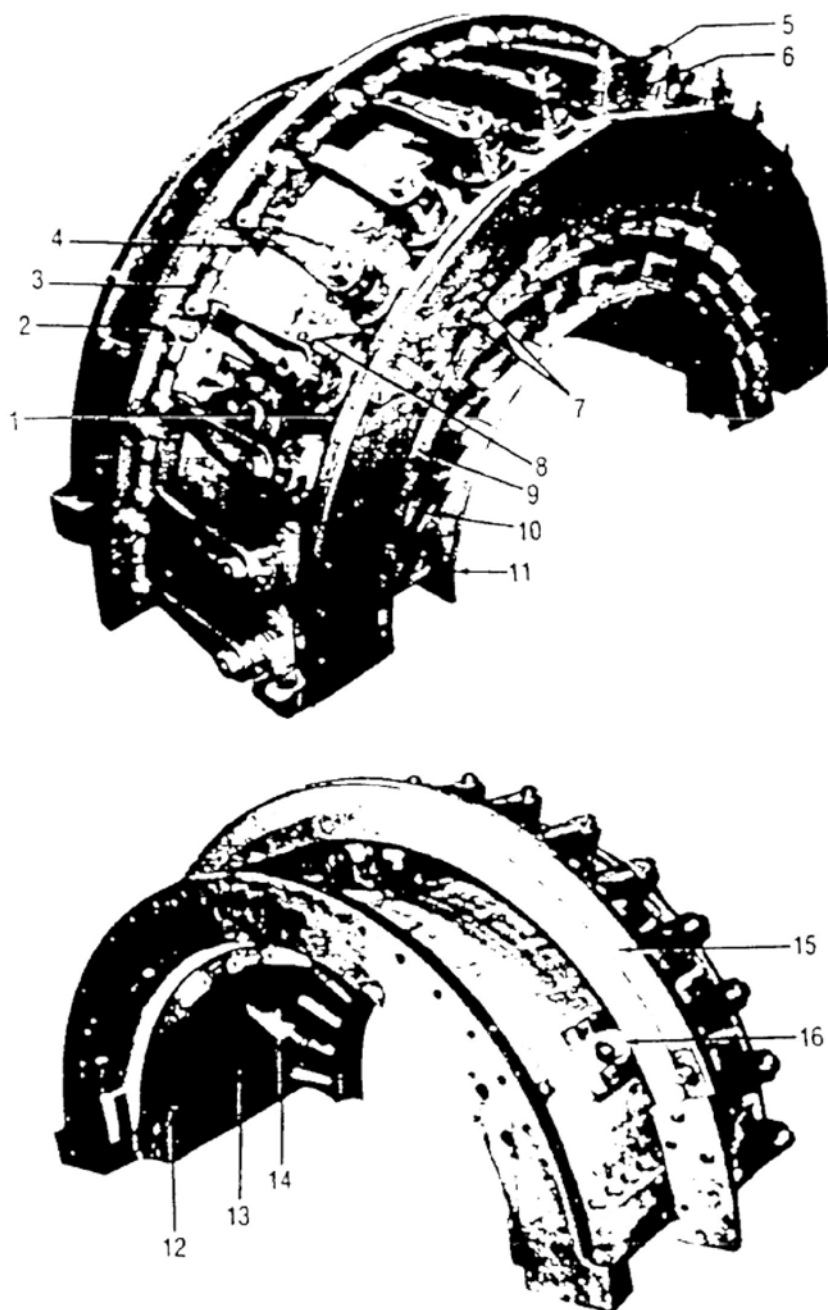




**Figura 103 - HGP-4 - Perno eccentrico metà superiore ugello primo stadio**



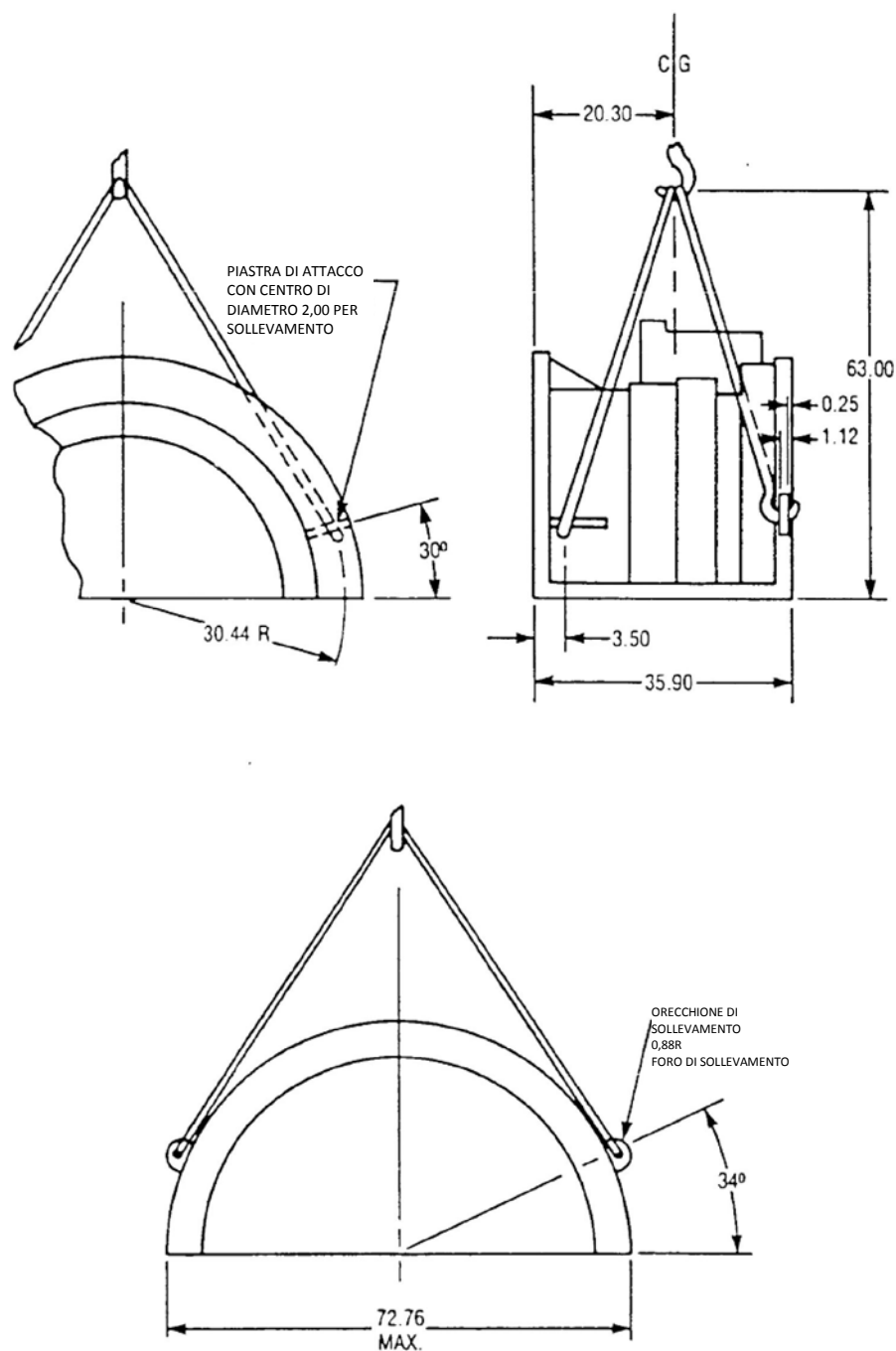
**Figura 104 - HGP-1 - Posizione dei martinetti a vite meccanici al di sotto delle casse dell'unità**



**Figura 105 - HGP-2 - Cassa della turbina e componenti**

**LEGENDA**

- |    |   |
|----|---|
| 1  | ATTACCO ARIA DI RAFFREDDAMENTO IN PERNO DI SUPPORTO DIAFRAMMA 2° STADIO (RAFFREDDAMENTO SPAZIO TRA LE RUOTE ANTERIORI 2° STADIO).               |
| 2  | MONTANTE DI COLLEGAMENTO.   |
| 3  | INSIEME DELLA BARRA DI COLLEGAMENTO.  |
| 4  | LEVA.   |
| 5  | SPINA DI SICUREZZA.   |
| 6  | ARRESTO.  |
| 7  | FORI PER RAFFREDDAMENTO AD ARIA FORZATA DELLA SEZIONE POSTERIORE DELLA CASSA DELLA TURBINA E MONTANTI DELLA CASSA DI SCARICO.                   |
| 8  | NEBULIZZATORE PER RAFFREDDAMENTO AD ARIA AMBIENTE FORZATA DELLA SEZIONE POSTERIORE DELLA CASSA DELLA TURBINA E MONTANTI DELLA CASSA DI SCARICO. |
| 9  | SEGMENTI ANELLO ESTERNO-SETTO UGELLO 2° STADIO.   |
| 10 | SETTO UGELLO 2° STADIO.   |
| 11 | SEGMENTI ANELLO INTERNO-SETTO UGELLO 2° STADIO.   |
| 12 | SEGMENTO ANELLO - RUOTA TURBINA 1° STADIO.  |
| 13 | PARETE ESTERNA - CIRCUITO GAS STADIO INTERMEDIO.  |
| 14 | PERNO DI SUPPORTO - DIAFRAMMA 2° STADIO.  |
| 15 | ANELLO DI CONTROLLO.  |
| 16 | INSIEME SUPPORTO RULLI.   |



**Figura 106 - HGP-3 - Predisposizione sollevamento cassa della turbina**

### 8.1.5 Operazione 16

#### Rimuovere la metà superiore dell'ugello primo stadio (vedere [Figura 108](#) )

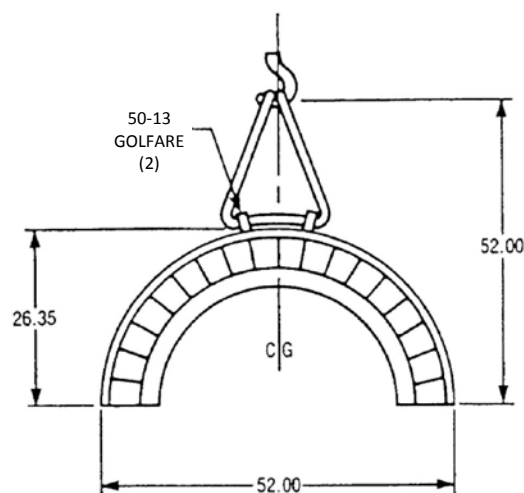
- Rimuovere i bulloni e le piastre di bloccaggio dall'anello di fissaggio della guarnizione di tenuta a "L", rimuovere l'anello di fissaggio. Estrarre tutte le piastre di bloccaggio.
- Rimuovere i bulloni delle giunzioni orizzontali dell'ugello primo stadio.
- Allentare le guarnizioni sovrapposte presso le giunzioni orizzontali.
- Predisporre i cavi e il paranco a catena per sollevare il livello dell'ugello primo stadio. Usando il paranco, sollevare l'ugello, staccandolo dalle caviglie nella metà inferiore dell'ugello. Una volta superati gli accoppiamenti critici, usando la gru, sollevare l'ugello, staccandolo dall'unità, e poggiarlo su un blocco idoneo. Vedere [Figura 107](#) .

#### **ATTENZIONE**

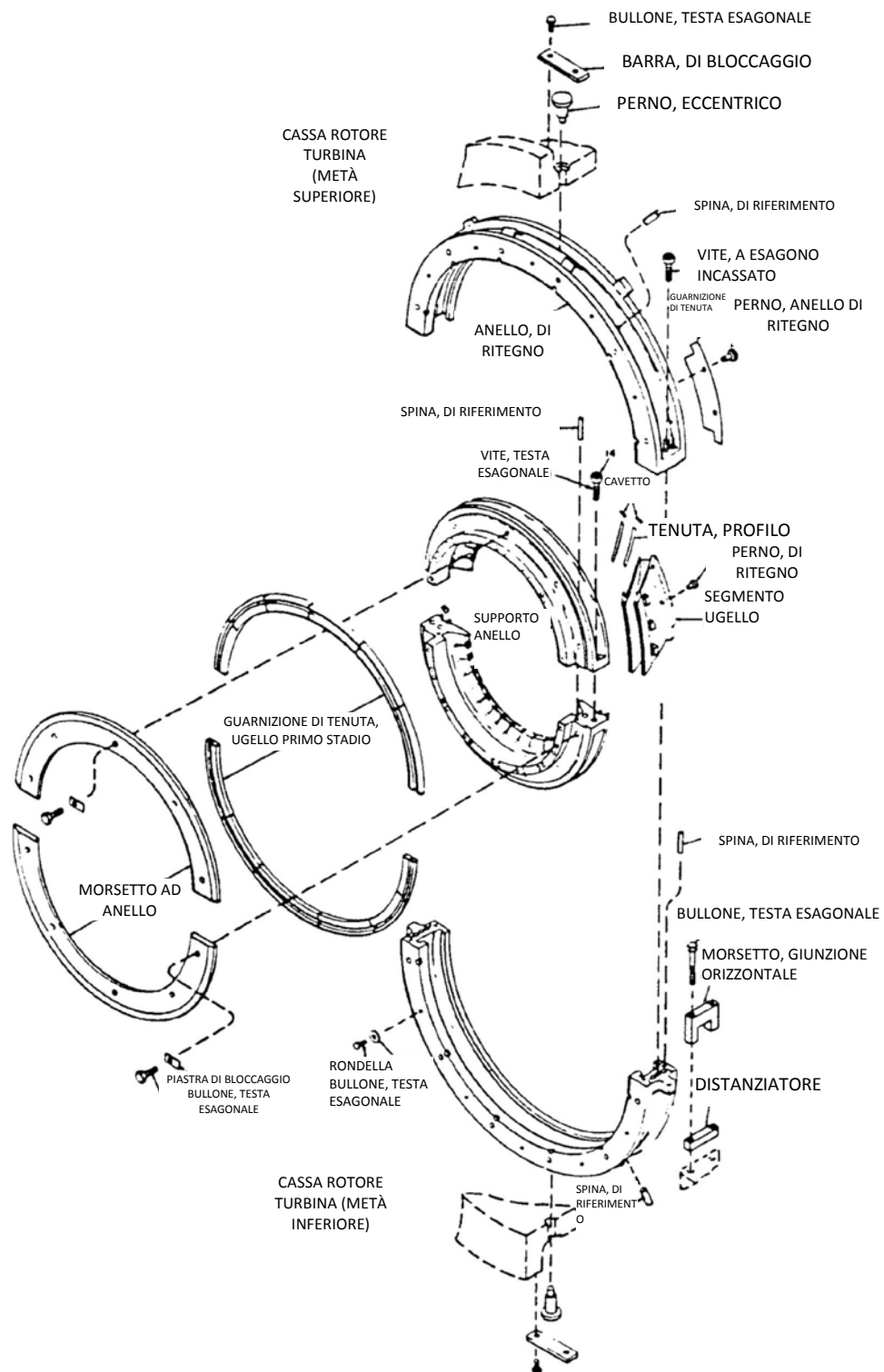


Prestare particolare attenzione alle guarnizioni di tenuta a "L" presso le giunzioni orizzontali, per garantire che le guarnizioni non scivolino fuori dalla scanalatura dell'anello di supporto, al momento di sollevare la metà superiore dell'ugello.

Sollevando la metà superiore dell'ugello, i segmenti di tenuta a "L" possono scivolare fuori dalla relativa scanalatura. Applicare le misure necessarie ad assicurare le guarnizioni o rimuoverle al momento di sollevare l'ugello.



**Figura 107 - HGP-8 - Predisposizione sollevamento metà superiore ugello primo stadio**



**Figura 108 - HGP-7 - Dispositivi ugello primo stadio**

**8.1.6 Operazione 17****Rimuovere la metà superiore dell'anello di supporto per l'ugello primo stadio**

- a. Applicare il liquido penetrante sulla giunzione orizzontale dell'anello di supporto dell'ugello e sui bulloni della giunzione orizzontale.
- b. Usando un avvitatore a impatto e una prolunga, allentare e rimuovere i bulloni della giunzione orizzontale.
- c. Predisporre il sollevamento, usando fori filettati e golfari, per alzare l'anello di supporto mediante imbracatura, maniglioni e paranco a catena. Vedere [Figura 109](#).

**NOTA**

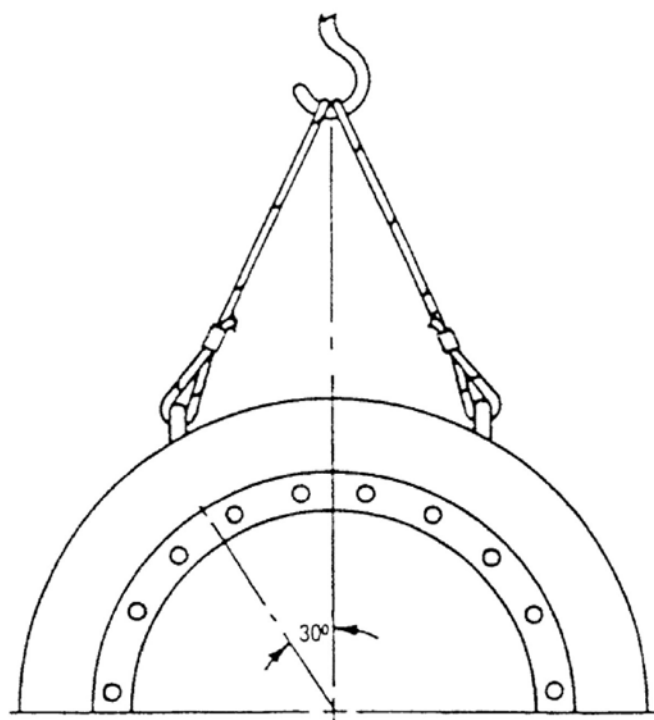
Se l'anello di supporto non è dotato di fori filettati, predisposti nella metà superiore, sarà necessario predisporre il sollevamento dai fori dei bulloni di montaggio dell'anello di fissaggio della guarnizione a "L". Vedere [Figura 110](#).

**ATTENZIONE**

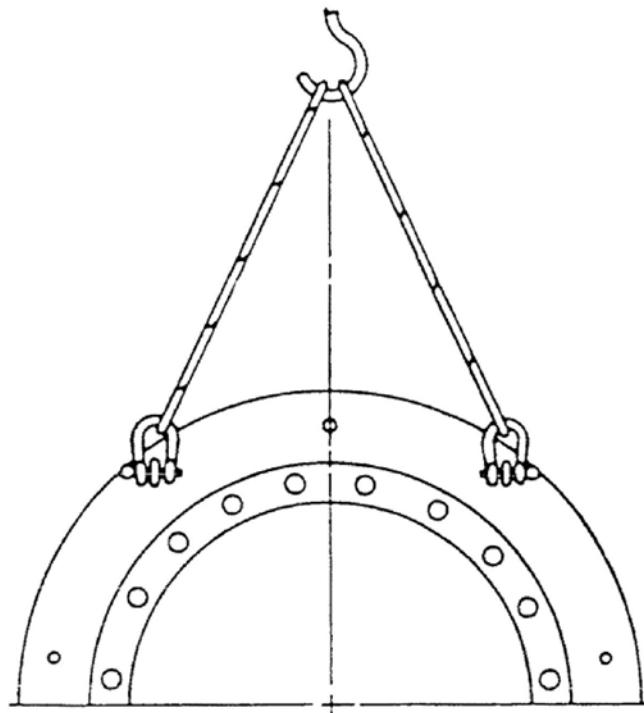
Se si utilizzano i fori dell'anello di fissaggio della guarnizione a "L", non sarà garantito il sollevamento direttamente sul baricentro. Durante il sollevamento l'anello di supporto deve essere controllato, per evitare che oscilli e colpisca le pale a cucchiaio primo stadio.

- d. Usando il paranco, sollevare e staccare la metà superiore dell'anello di supporto dalle spine di riferimento. Se necessario, inserire cunei di ottone presso la giunzione orizzontale per facilitare il distacco dell'anello di supporto dalle spine di riferimento.
- e. Sollevare l'anello di supporto, staccandolo dall'unità, e poggiarlo su un blocco idoneo, in modo da poterlo pulire e controllare.





**Figura 109 - HGP-9 - Anello di supporto imbracato usando i fori filettati**



**Figura 110 - HGP-10 - Anello di supporto imbracato usando i fori di montaggio della guarnizione di tenuta a "L"**

### 8.1.7 Operazione 18

**Rimuovere la metà superiore del diaframma secondo stadio (vedere [Figura 111](#) )**

- Eliminare mediante molatura la puntatura e rimuovere i brevi profili di tenuta tra le varie sezioni delle pareti laterali interne. Si tratta di profili brevi presenti presso un unico gap e dovrebbero essere spinti all'indietro e rimossi uno alla volta. Vedere [Figura 112](#) .
- Identificare la posizione dei profili di tenuta, in modo da poterli rimontare correttamente.
- Rimuovere i perni di riferimento con diametro di ,375 pollici dalla parete laterale interna. Ciò potrebbe richiedere la molatura del materiale in eccesso, mantenendo in posizione i perni. I perni sono forati e filettati per accogliere un bullone 10-32. Rimuovendo i perni vengono rilasciate le pareti laterali.
- Dare dei leggeri colpetti all'indietro alle sezioni delle pareti laterali: in questo modo ne avverrà il rilascio dall'accoppiamento con ganci intorno al perimetro del diaframma secondo stadio. A questo punto è possibile ruotare le sezioni verso lo spazio vuoto e sollevarle completamente.

**ATTENZIONE**

Si dovrebbe prestare attenzione alla movimentazione di queste parti, dal momento che non sono previsti dispositivi di sollevamento.

- e. Rimuovere la bulloneria della giunzione orizzontale dal diaframma secondo stadio e sollevare con il martinetto la metà superiore, staccandola.
- f. Predisporre il sollevamento del diaframma, usando il paranco a catena e sollevare il diaframma, staccandolo dall'unità. Sistemare un blocco idoneo, in modo da consentire le operazioni di pulizia e controllo. Vedere [Figura 113](#).

**8.1.8 Operazione 19****Verificare i giochi della turbina****NOTA**

Si consiglia di rilevare i giochi della turbina sotto la supervisione del Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company. Il monitoraggio accurato dei giochi interni della turbina a gas è di importanza critica. A ogni rimozione della cassa della turbina si dovrebbero accertare i giochi interni, richiamati nel Modulo di controllo. Gli eventuali giochi, che non rispettino le tolleranze specificate, secondo quanto indicato nel "Diagramma sui giochi dell'unità", all'interno della sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica, dovrebbero essere riferiti, prima della rimozione delle parti, al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, qualora si rendano necessarie "Nuove verifiche". I dati saranno confrontati con i dati originali sui giochi delle unità, in modo da determinare gli eventuali interventi correttivi.

- a. Il rotore alta pressione deve essere in posizione completamente avanzata (verso l'entrata del compressore), mentre il rotore bassa pressione deve trovarsi in posizione completamente arretrata (verso lo scarico), prima di rilevare i giochi della turbina.

**NOTA**

L'uso di strumenti idonei per rilevare le misurazioni dei giochi costituisce un fattore importante per ottenere letture corrette. Fare riferimento al [Paragrafo 2](#), Procedure standard, nelle presenti istruzioni di controllo e manutenzione.

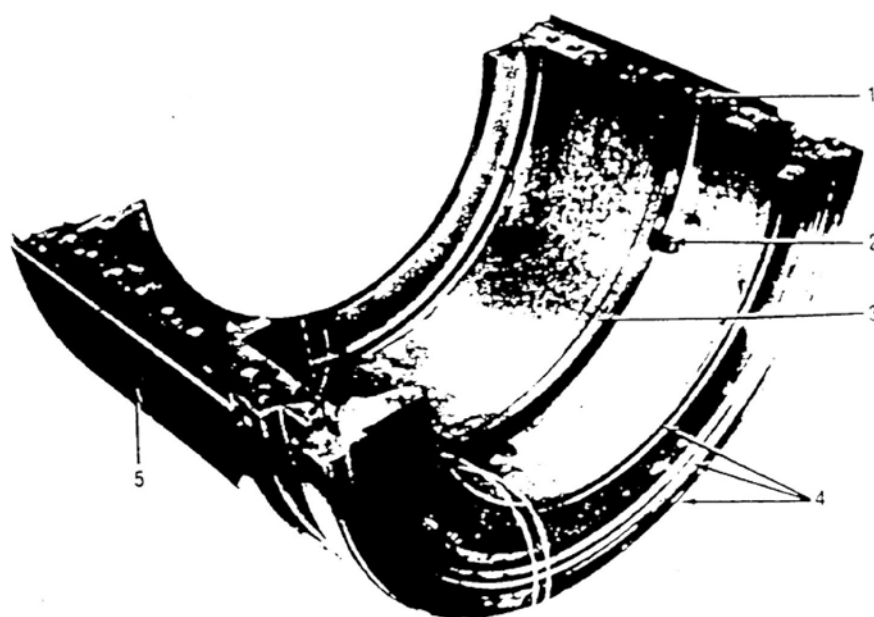
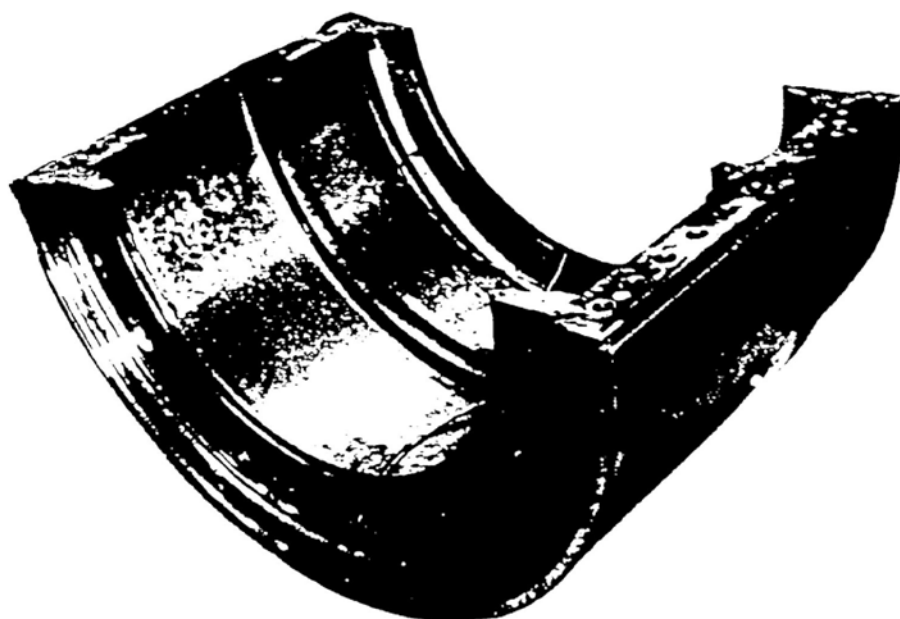
Il lato sinistro dell'unità è, per definizione, il lato sinistro con l'osservatore di fronte all'entrata del compressore e lo sguardo rivolto a valle (direzione del flusso), verso l'estremità dell'apparecchiatura condotta.

- b. L'ugello primo stadio, i setti dell'ugello secondo stadio e le carenature delle pale a cucchiaio di primo e secondo stadio dovrebbero essere fissati con cunei in posizione completamente arretrata, al momento di registrare i giochi assiali.

**ATTENZIONE**

Legare al polso tutti gli strumenti manuali, in modo da non perderli nella turbina, durante il rilevamento delle letture sui giochi.

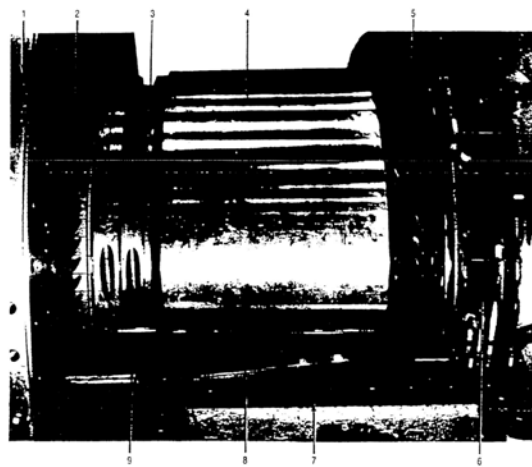
- c. Registrare tutti i giochi richiamati nel Modulo di controllo e confrontare i dati con il disegno del Diagramma sui giochi dell'unità nella sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica.
- d. Riferire eventuali discrepanze al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, in modo da determinare gli eventuali interventi correttivi necessari, prima di procedere con qualsiasi ulteriore smontaggio.



**Figura 111 - HPG-11 - Insieme diaframma secondo stadio**

**LEGENDA**

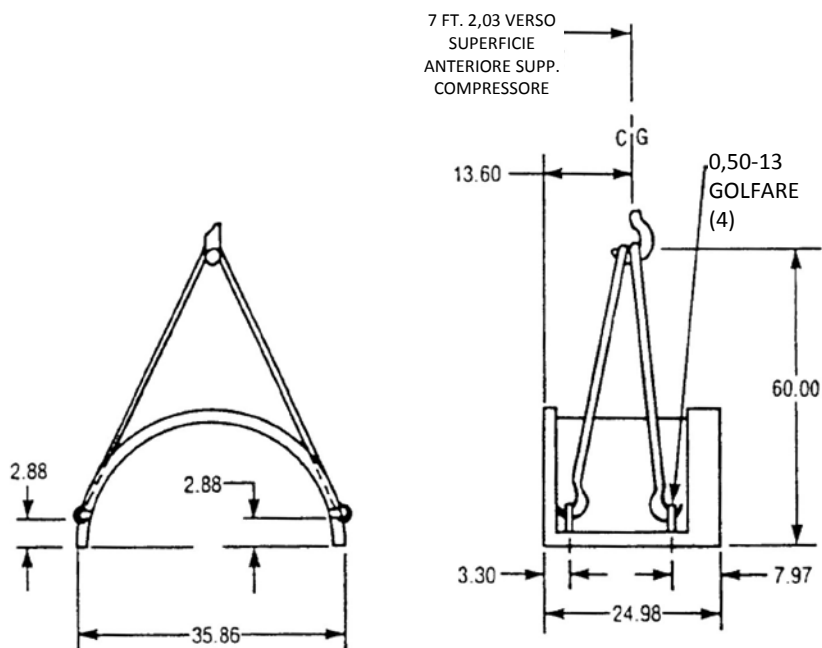
- |   |   |
|---|---|
| 1 | DIAFRAMMA   |
| 2 | INGRESSO ARIA PER SPAZIO TRA RUOTE ANTERIORI TURBINA 2° STADIO. |
| 3 | SCANALATURA PER IL DEFLETTORE ARIA DI RAFFREDDAMENTO.           |
| 4 | GUARNIZIONI DI TENUTA RUOTA TURBINA.                            |
| 5 | PARETE INTERNA - CIRCUITO GAS STADIO INTERMEDIO.                |



**Figura 112 - HGP-12 - Sezione della turbina per illustrare l'insieme del diaframma**

**LEGENDA**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | CASSA DI SCARICO.                                |
| 2 | TURBINA 2° STADIO                                |
| 3 | DIAFRAMMA 2° STADIO                              |
| 4 | PARETE INTERNA - CIRCUITO GAS STADIO INTERMEDIO  |
| 5 | TURBINA 1° STADIO                                |
| 6 | INSIEME UGELLO 1° STADIO E ANELLO DI RITEGNO.    |
| 7 | CASSA ROTORE TURBINA.                            |
| 8 | PARETE ESTERNA - CIRCUITO GAS STADIO INTERMEDIO. |
| 9 | UGELLO 2° STADIO                                 |



**Figura 113 - HGP-13 - Predisposizione sollevamento diaframma secondo stadio**

### 8.1.9 Operazione 20

#### Rimuovere la metà inferiore dell'ugello primo stadio

- Contrassegnare la posizione di accoppiamento del perno eccentrico della metà inferiore dell'ugello primo stadio con la cassa della turbina. Rimuovere i bulloni e il perno eccentrico. Contrassegnare e identificare la posizione del perno.
- Rimuovere i due morsetti di supporto esterni della giunzione orizzontale, uno per ciascun lato dell'ugello. Identificare la posizione dei morsetti. Vedere [Figura 114](#)
- Rimuovere i fermi e i tappi per il boroscopio, metà inferiore, dalla cassa della turbina. Identificare i tappi.
- Rimuovere i bulloni e le piastre di bloccaggio dall'anello di fissaggio della guarnizione di tenuta a "L", metà inferiore, rimuovere l'anello di fissaggio. Estrarre le piastre di bloccaggio.
- Predisporre il sollevamento con cavo e paranco a catena su ogni lato della metà inferiore dell'ugello. Usando i paranchi, applicare all'ugello una tensione sufficiente a staccarlo dai blocchi distanziatori sul lato sinistro e destro. Rimuovere e identificare la posizione dei blocchi distanziatori. Vedere [Figura 114](#).

- f. Cominciare a svolgere ed estrarre l'insieme della metà inferiore dell'ugello, alzandolo con un paranco e allentandolo con l'altro, spostando la gru quanto necessario per guidare l'insieme dell'ugello intorno al rotore. Rimuovere i segmenti di tenuta a "L" o fissare le guarnizioni, durante l'estrazione dell'ugello.

**NOTA**



Quattro barre di sollevamento sono saldate da un capo all'altro della parete esterna relativa alla metà inferiore dell'anello di ritegno, due su ogni lato della centratura verticale e disposte a circa 15 e 45 gradi.

- g. Una volta estratto l'ugello per circa 45 gradi, attaccare il cavo di sollevamento alla prima barra di sollevamento. Continuare a estrarre l'insieme dell'ugello, prendendo nuovi punti d'attacco sulle barre di sollevamento, via via che compaiono, fino a quando l'insieme non si trovi all'esterno della cassa della turbina.
- h. Sollevare l'insieme della metà inferiore dell'ugello, staccandolo dall'unità, e poggiarlo su un blocco idoneo.



**Figura 114 - HGP-14 - Dispositivi dell'ugello primo stadio**

**LEGENDA**

- |    |  |
|----|--|
| 1  | CASSA DI SCARICO DEL COMPRESSORE.  |
| 2  | PERNO E BUSSOLA - ANELLO DI SUPPORTO UGELLO 1° STADIO.                     |
| 3  | ANELLO DI SUPPORTO - UGELLO 1° STADIO.                                     |
| 4  | ANELLO DI FISSAGGIO - SUPPORTO UGELLO 1° STADIO.                           |
| 5  | UGELLO 1° STADIO.  |
| 6  | PARETE INTERNA ED ESTERNA - CIRCUITO GAS STADIO INTERMEDIO.                |
| 7  | UGELLO 2° STADIO.  |
| 8  | CASSA ROTORE TURBINA (GUSCIO).   |
| 9  | SEGMENTI ANELLO - RUOTA TURBINA 1° STADIO.                                 |
| 10 | MORSETTO DI SUPPORTO ESTERNO E BLOCCO DISTANZIATORE GIUNZIONE ORIZZONTALE. |
| 11 | ANELLO DI RITEGNO - SEGMENTI UGELLO 1° STADIO                              |
| 12 | INVOLUCRO CAMERA DI COMBUSTIONE  |
| 13 | MONTANTE - CASSA DI SCARICO DEL COMPRESSORE.                               |



## 8.2 PROCEDURA DI CONTROLLO PARTI CALDE MS-3002J DLN

### 8.2.1 Operazioni da 21 a 43

Eseguire le operazioni di controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.2.1](#) al [Paragrafo 6.2.9.2](#)

### 8.2.2 Operazioni da 44 a 46

Eseguire le operazioni di controllo di camicia e pezzi di transizione (LPTI) come indicato dal [Paragrafo 7.2.2](#) al [Paragrafo 7.2.3.1](#)

### 8.2.3 Operazione 47

Controllare le pale a cucchiaino della turbina primo e secondo stadio

#### **ATTENZIONE**



Esaminare accuratamente le pale a cucchiaino, ogni volta che la metà superiore della cassa della turbina venga rimossa. Questo tipo di indagine può ridurre il rischio di gravi danni, conseguenti all'avaria di un'eventuale pala a cucchiaino danneggiata precedentemente; allo stesso tempo, l'analisi è necessaria per evitare di sostituire pale ancora idonee al funzionamento. Le raccomandazioni qui contenute hanno lo scopo di agevolare l'analisi. I criteri per decidere se continuare a usare le pale o ripararle sono indicati in quanto parte del servizio di assistenza al cliente.

Le procedure adottate dai clienti in quanto a funzionamento e manutenzione sono svariate e influenzano di conseguenza il funzionamento ottimale dei componenti della turbina a gas. General Electric Company ha scarsa o nulla conoscenza e tantomeno controllo in merito alle suddette PROCEDURE. Di conseguenza, la responsabilità di decidere se continuare l'utilizzo delle pale a cucchiaino o sostituirle spetta unicamente al singolo cliente.

#### **NOTA**

Il risultato dei controlli condotti sulle pale a cucchiaino dovrebbe essere documentato, unitamente alle relative informazioni sul funzionamento dell'unità e sui combustibili. I moduli per i rapporti sui controlli devono essere utilizzati per registrare e comunicare a General Electric Company l'esatta posizione e il tipo di anomalia riscontrata.



Le registrazioni dei controlli sulle pale a cucchiaino saranno archiviate per ogni particolare turbina e utilizzate come base per raccomandazioni presenti e future. Utilizzare i moduli di controllo ISE/GT- FF- 6000, 6038 e 6039. Tutte le registrazioni e le questioni riguardanti tale soggetto devono essere comunicate al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company.



#### **ATTENZIONE**

Non provare a pulire le pale a cucchiaino prima del controllo.

- a. Controllare visivamente la sezione dell'aletta, le aree della piattaforma e degli attacchi a coda di rondine; con una lente a dieci ingrandimenti (10X) esaminare l'area critica della sezione dell'aletta (racordi di fondo dente, cima della punta, incluse le estremità incassate e le carenature, oltre ai bordi d'uscita). Le eventuali presunte cricche dovrebbero essere pulite in modo localizzato, usando dischi abrasivi "a palette", per preparare l'area superficiale alla prova con liquidi penetranti fluorescenti ZL-22A. Le temperature superficiali durante le operazioni di abrasione non dovrebbero superare i 100 gradi Fahrenheit o la temperatura ambiente, in base a quale dei due valori sia più elevato. La temperatura elevata provoca il cedimento e lo scioglimento del metallo, con la conseguente copertura dei difetti, che non possono più essere individuati.
- b. Controllare le pale a cucchiaio primo stadio, applicando i seguenti criteri.

**NOTA**

Le pale a cucchiaio possono continuare a essere usate, qualora soddisfino i seguenti criteri di controllo.

1. Le cricche radiali sulla punta devono essere di lunghezza inferiore a 0,375 pollici, ovvero le sezioni piegate localmente, associate a cricche radiali sulla punta, devono essere di lunghezza inferiore a 0,375 pollici.
  2. Le sezioni mancanti della parete del profilo alare devono avere un'area non superiore a  $0,188 \times 0,188$  pollici o inferiore, con cricche associate di lunghezza inferiore a 0,125 pollici e posizionate ad almeno 0,500 pollici dalla giunzione tra il nucleo cavo e la sezione piena del bordo d'uscita del profilo alare. La presente descrizione è valida considerando un'unica sezione mancante per ciascuna pala a cucchiaio. Vedere [Figura 115](#).
  3. Sono consentite le ammaccature, purché con una profondità inferiore a ,060 pollici e sempre che l'ammaccatura non contenga cricche.
- c. Riparazione delle pale a cucchiaio: in base al tipo di danni provocati da corpi estranei, le pale possono essere rilavorate a mano o riparate mediante saldatura, purché siano soddisfatti i seguenti criteri.

**ATTENZIONE**

A causa delle caratteristiche di sensibilità della lega utilizzata per la pala a cucchiaio, si raccomanda decisamente che gli interventi di pulizia, riparazione mediante saldatura o rilavorazione siano effettuati da parte di personale di General Electric Company, in base alla specifica di processo approvata.

1. La rilavorazione a mano o l'opacizzazione a strisce può essere eseguita su cricche da ammaccature, purché la relativa profondità non superi i limiti fissati nel paragrafo 2-c.

### ATTENZIONE



Alcune unità possono essere dotate di un rivestimento protettivo resistente alla corrosione (RT-22) sulle pale a cucchiaio primo stadio. La rilavorazione delle pale a cucchiaio dotate di rivestimento è consentita, ma dovrebbe essere ridotta al minimo, in modo da rimuovere solo il rivestimento assolutamente necessario per effettuare la riparazione. 2 0<sub>3</sub> 240 mesh a una pressione di esercizio di 20 psi. Le pale a cucchiaio dotate di rivestimento per l'unità MS3002 possono essere identificate attraverso i seguenti codici articolo 756E420 PTS. 101, 102, 103 e 104, o 847E609 PTS. 101 e 102.

Contattare la Divisione responsabile di General Electric Oil & Gas per i codici di produzione equivalenti e aggiornati.

Il rivestimento è molto sottile e quindi occorre prestare estrema attenzione, per evitare di danni durante la pulizia, la riparazione o la movimentazione delle pale a cucchiaio dotate di rivestimento. Questo tipo di pale deve essere pulito con A1.

2. La riparazione mediante saldatura è limitata a regioni sottoposte a sollecitazioni molto basse, dove un difetto o una cricca del metallo base provocherebbe un danno conseguente minimo. La riparazione mediante saldatura viene effettuata unicamente per migliorare le prestazioni aerodinamiche. L'area delle pale a cucchiaio considerata sicura ai fini della saldatura corrisponde agli ultimi 0,250 pollici della punta del profilo alare. Inoltre, a eccezione della giunzione tra il nucleo cavo e la sezione piena del bordo d'uscita, la riparazione mediante saldatura può essere consentita in sezioni limitate della punta fino a 0,375 pollici dalla stessa. Vedere [Figura 116](#) per i dettagli. Considerando le limitazioni di cui sopra, la riparazione mediante saldatura è raccomandata, qualora si verificano le seguenti condizioni:
  - a. La perdita delle punte del profilo alare da un'intera fila di pale a cucchiaio è superiore a 0,010 pollici ma inferiore a 0,250 pollici.
  - b. Perdita di sezioni delle punte con area maggiore di 0,035 pollici quadrati ma minore di 0,060 pollici quadrati.
  - c. Cricche estese in senso radiale per più di 0,375 pollici ma meno di 0,750 pollici. Vedere [Figura 116](#) per i dettagli.
- d. Controllare la presenza di corrosione ed erosione sulle pale a cucchiaio primo stadio. I limiti previsti per la corrosione e l'erosione sono definiti come segue:
  1. Corrosione - massimo metà spessore di parete della pala.
  2. Erosione - massimo metà spessore di parete della pala.
- e. Le pale a cucchiaio primo stadio, che non soddisfino i criteri descritti nelle parti 1, 2, 3 e 4, dovrebbero essere sostituite.

**ATTENZIONE**

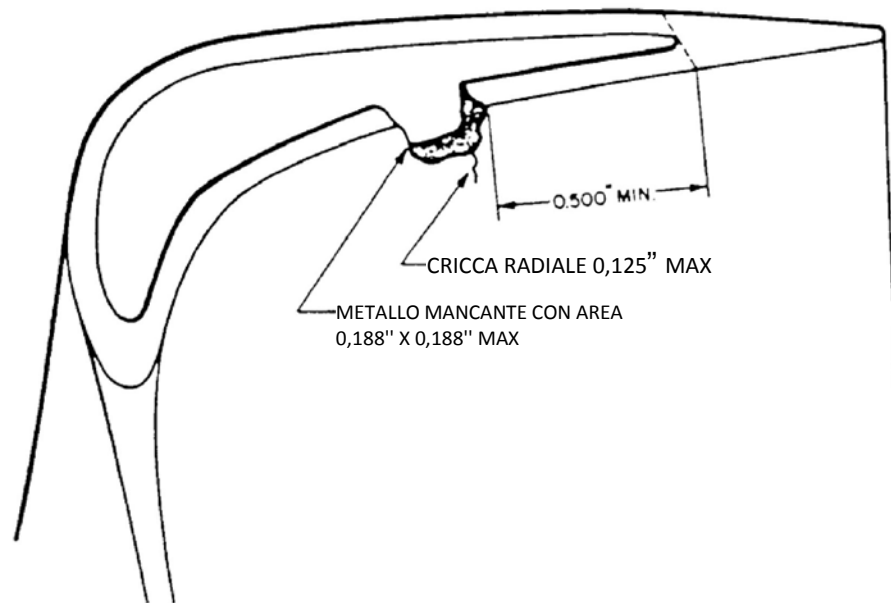
OGNI VOLTA CHE LE PALE A CUCCHIAIO DELLA TURBINA PRIMO E SECONDO STADIO VENGANO SMONTATE E RIMONTATE, I SEGUENTI COMPONENTI DOVRANNO ESSERE SOSTITUITI CON COMPONENTI NUOVI:

- FILO DI BLOCCAGGIO
- PERNI DI BLOCCAGGIO
- PERNI DI TENUTA ASSIALI E RADIALI

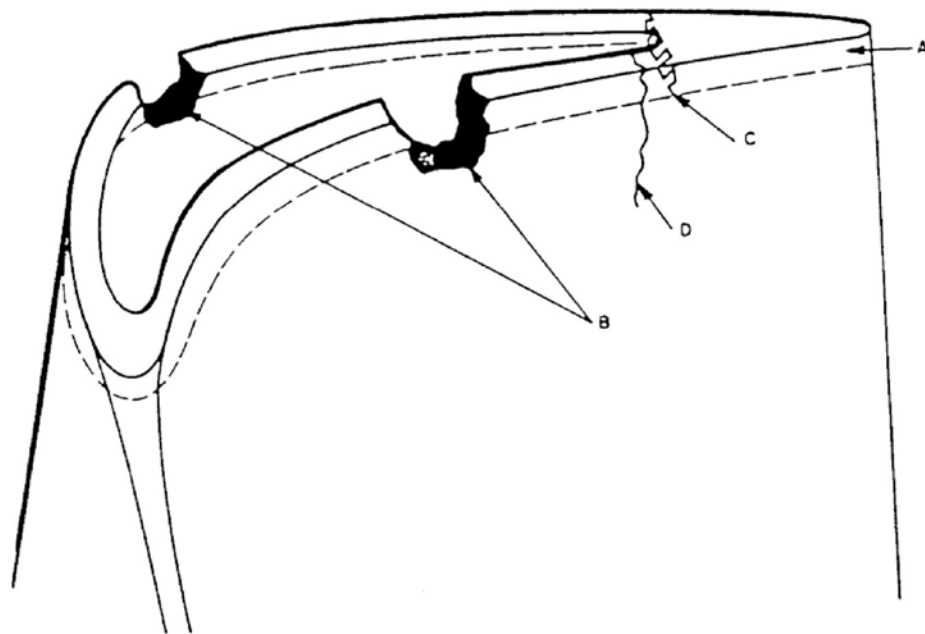
- f. I criteri di controllo e riparazione per le pale secondo stadio con carenatura di estremità sono indicati di seguito:
1. La pala a cucchiaino secondo stadio non prevede riparazioni con saldatura. La riparazione è limitata a molatura e opacizzazione a strisce. Per la rilavorazione delle pale mediante molatura, occorre prestare attenzione a evitare il surriscaldamento. Anche prima di eseguire un controllo con liquidi penetranti fluorescenti ZL-22A, le pale dovrebbero essere levigate con carta smerigliata fine.
- g. I limiti previsti per le riparazioni delle pale secondo stadio con carenatura di estremità sono indicati di seguito:
1. Le dimensioni indicate sono state pensate come guida per la rilavorazione con strumenti manuali delle pale a cucchiaino, aventi danni causati da corpi estranei. [La tabella 22](#) indica i limiti consentiti per la riparazione di danni causati da corpi estranei sul bordo di entrata delle pale a cucchiaino o in prossimità del bordo. [La Figura 117](#) definisce le dimensioni utilizzate nella [Tabella 22](#).
- h. Corrosione ed erosione
1. Non sono accettabili fenomeni di corrosione ed erosione con un valore superiore a 0,010 pollici.

**8.2.4 Operazione 48****Controllare le piastre di copertura delle pale a cucchiaino primo e secondo stadio**

- a. Controllare visivamente le aree delle facce esposte, l'area degli attacchi a coda di rondine e le aree di tenuta interne ed esterne delle piastre di copertura anteriori e posteriori, utilizzando una lente a dieci (10) ingrandimenti. Le eventuali presunte cricche dovrebbero essere pulite in modo localizzato, usando dischi abrasivi "a palette", per preparare l'area superficiale alla prova con liquidi penetranti fluorescenti ZL-22A.
- Le temperature superficiali durante le operazioni di abrasione non dovrebbero superare i 100 gradi Fahrenheit o la temperatura ambiente, in base a quale dei due valori sia più elevato. La temperatura elevata provoca il cedimento e lo scioglimento del metallo, con la conseguente copertura dei difetti, che non possono più essere individuati. Registrare le risultanze nel Rapporto di controllo.
- b. Riferire eventuali discrepanze al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, in modo da determinare gli interventi correttivi necessari.



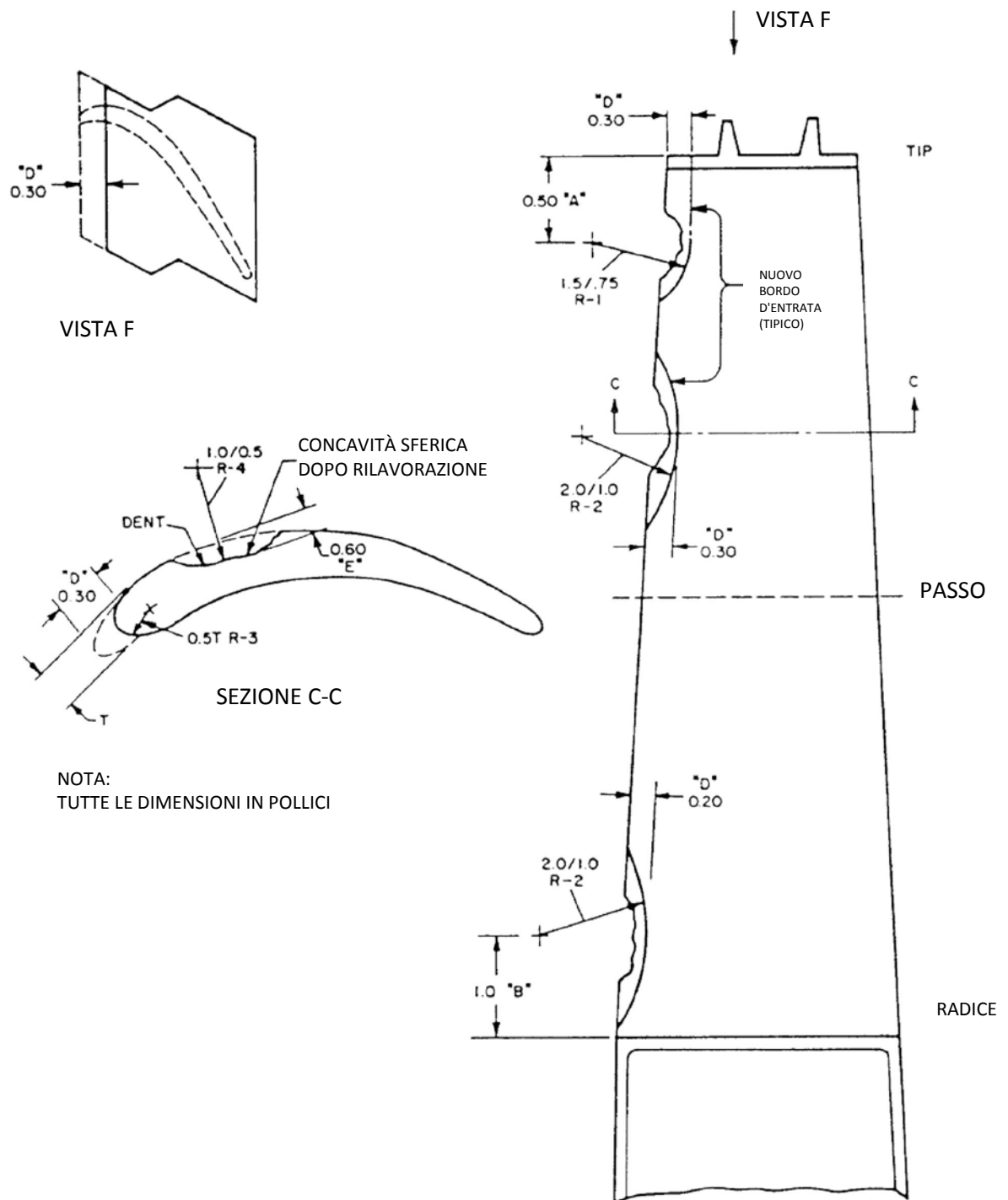
**Figura 115 - HGP-15 - Metallo mancante - nessun criterio di riparazione per la pala a cucchiaino primo stadio**



**Figura 116 - HGP-16 - Criteri di riparazione mediante saldatura per la pala a cucchiaio primo stadio**

#### LEGENDA

- A NELL'AREA PROFONDA 0,250", INTORNO ALL'INTERA PUNTA DEL PROFILO ALARE, SONO CONSENTITE RIPARAZIONI MEDIANTE SALDATURA.
- B A ECCEZIONE DELL'AREA IN OMBRA INDICATA SOPRA, AREE LIMITATE INTORNO AL PROFILO ALARE POSSONO ESSERE RIPARATE MEDIANTE SALDATURA FINO A UNA PROFONDITÀ DI 0,375".
- C IL LIMITE MASSIMO DI SICUREZZA PER LA RIPARAZIONE MEDIANTE SALDATURA SUL PIANO, CHE ATTRAVERSA LA GIUNZIONE TRA LE SEZIONI CAVA E PIENA DEL BORDO D'USCITA, CORRISPONDE A UNA PROFONDITÀ DI 0,250".
- D LE CRICCHE RADIALI, CHE SI ESTENDONO OLTRE 0,375" MA MENO DI 0,750" POSSONO ESSERE RIPARATE MEDIANTE SALDATURA.



**Figura 117 - HGP-17 - Criteri dimensionali per le riparazioni della pala secondo stadio con carenatura di estremità**

MS-3002	
A	,5 massimo
R1	1,5 / 0,75
R2	2,0 / 1,0
D	,3 massimo
R3	,5 t
E	,06 massimo
R4	1,0 / 0,5
* Il valore D deve essere ridotto a 2/3 del valore massimo indicato, quando B si trovi tra la radice e il passo, e ridotto in modo proporzionale, quando B sia inferiore al minimo R2.	

Tabella 22 - HGP-1 - Matrice delle dimensioni di riparazione della pala a cucchiaio secondo stadio

### 8.2.5 Operazione 49

#### Eseguire le verifiche di ellitticità dell'ugello primo stadio

##### NOTA

L'ellitticità è una condizione di deviazione rispetto alla forma circolare. La misurazione dell'ugello primo stadio intende determinare la quantità di deviazione o la "ovalizzazione" dell'insieme dell'ugello, quando



la misurazione avvenga esternamente all'unità. È possibile misurare l'ellitticità sull'ugello primo stadio, dal momento che i segmenti sono mantenuti in posizione mediante l'anello di ritegno e vengono rimossi come unità assemblata sia nella metà superiore sia in quella inferiore.

Si raccomanda di richiedere la consulenza del Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, in merito alla rilevazione delle letture sull'ellitticità.

- Unire saldamente tra loro mediante bulloni la metà superiore e quella inferiore dell'ugello primo stadio. Sistemare l'ugello su una superficie ragionevolmente piana ed eseguire le verifiche dell'ellitticità, come mostrato nel Modulo di controllo.  
La massima differenza consentita è, normalmente, pari a 0,100 pollici. Verificare con il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company le disposizioni in caso di valori superiori a 0,100 pollici.

### 8.2.6 Operazione 50

#### Controllare l'ugello primo stadio

##### NOTA



L'ugello primo stadio può essere soggetto a controlli parziali o completi a intervalli inferiori rispetto a quanto previsto per le parti calde, a motivo di altri requisiti di controllo o manutenzione. È importante che i risultati dei controlli siano accuratamente interpretati, valutati e registrati, per minimizzare le spese di manutenzione dell'operatore, garantendo allo stesso tempo un'elevata affidabilità.



**ATTENZIONE**

Occorre agire con estrema cura durante la sabbiatura dei segmenti degli ugelli, in modo che la graniglia non penetri nei fori di raffreddamento dei setti degli ugelli. Applicando una pressione atmosferica di 40 psig o inferiore, operare con l'ugello per sabbiatura nella normale direzione di flusso del circuito a gas caldo, attraverso il setto dell'ugello. Il normale flusso del circuito a gas caldo va dal bordo di entrata al bordo d'uscita. Non insistere troppo su una sola area, dal momento che si potrebbe rimuovere una quantità eccessiva di metallo.

- a. Pulire l'ugello mediante sabbiatura con ossido di alluminio grana 220 o più fine. Pulire con getto d'aria gli ugelli, per garantire l'eliminazione dalle superfici e dalle aperture di tutta la graniglia utilizzata per la sabbiatura. Verificare la presenza di cricche mediante liquido penetrante fluorescente (Zyglo), controllare eventuali danni dovuti a corpi estranei, erosione, corrosione e cricche. Fare riferimento a [Paragrafo 2](#), Procedure standard, sezione Pulizia della turbina a gas del presente Manuale di assistenza tecnica. Registrare le risultanze nei Rapporti di controllo.

**Formazione di cricche sugli ugelli**

Gli ugelli sono soggetti a vari gradienti termici durante l'avviamento, oltre che a temperatura elevate durante l'operazione di caricamento. Di fatto, tali condizioni causano frequentemente, come ci si potrebbe aspettare, la formazione di cricche sugli ugelli. A parte alcune eccezioni, la formazione di cricche non pregiudica l'efficienza o l'integrità meccanica dell'ugello. Le [Figure 118 - 124](#) illustrano esempi tipici della formazione di cricche. Le cricche nelle immagini sono accettabili e non richiedono una riparazione immediata. Qualora sussistano dubbi in merito alle cricche, come nel caso di tipologie non rappresentate nelle [Figure 118 - 124](#), contattare il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company per istruzioni. Richiedere una consulenza specifica prima di effettuare riparazioni, quando si ritenga che le condizioni degli ugelli non rispettino i limiti stabiliti.

- a. Parete laterale esterna, bordo di entrata e d'uscita  
Sono consentite cinque cricche per segmento di ugello con una lunghezza non superiore a 0,50 pollici, distanziate lungo la circonferenza per più di 3,0 pollici dall'estremità del segmento e con una distanza tra loro superiore a 1,0 pollici. Vedere [Figura 118](#).
- b. Parete laterale interna, bordo di entrata e d'uscita  
Sono consentite cinque cricche per segmento di ugello con una lunghezza non superiore a 0,50 pollici, distanziate lungo la circonferenza per più di 3,0 pollici dall'estremità del segmento e con una distanza tra loro superiore a 1,0 pollici. Vedere [Figura 118](#).
- c. Parete laterale non corrispondente al bordo di entrata o d'uscita  
È consentita una cricca di lunghezza non superiore a 1,0 pollici nella parete laterale esterna o interna o in ambedue. Vedere [Figura 118](#).
- d. Sezione dell'aletta (setto) verso raccordo parete laterale  
È consentita una cricca per segmento di ugello presso la parete laterale interna o esterna non superiore a 1/4 della lunghezza cordale della sezione dell'aletta, entro l'area delimitata dalla linea "B". Vedere [Figura 119](#).  
"A" = Dimensione da lato posteriore del foro di raffreddamento del bordo d'uscita al bordo d'uscita o setto.

- e. Sezione dell'aletta bordo d'uscita, parallelo alla parete laterale  
È consentito un numero qualsiasi di cricche con lunghezza inferiore a 1,0 pollici, purché la dimensione "B" (la distanza più breve tra due cricche adiacenti) sia superiore alla dimensione "A" (la cricca più lunga tra le due). Vedere [Figura 120](#).
- f. Sezione dell'aletta bordo d'uscita convergente  
È consentito un evento per ciascuna sezione dell'aletta, dove la dimensione di "A" e "B" (la somma totale della lunghezza delle due cricche) sia inferiore alla dimensione "C" (la distanza di separazione tra le estremità delle cricche). Non sono consentite cricche di lunghezza superiore a 1,0 pollici. Vedere [Figura 121](#).
- g. Sezione dell'aletta bordo d'uscita divergente  
È consentito un evento per ciascuna sezione dell'aletta, dove la dimensione "B" (la lunghezza della cricca) sia inferiore alla dimensione "A" (la distanza dall'estremità della cricca alla parete laterale più vicina). Non sono consentite cricche di lunghezza superiore a 1,0 pollici. Vedere [Figura 122](#).
- h. Sezione dell'aletta bordo d'uscita  
È consentito un evento per ciascuna sezione dell'aletta, a cominciare dalla sezione dell'aletta verso il raccordo della parete laterale. L'angolazione è come quella illustrata nella [Figura 123](#). La lunghezza della cricca deve essere inferiore a 1,0 pollici.
- i. Sezione dell'aletta bordo d'entrata  
Sono consentite due cricche a una distanza tra loro superiore a 1,0 pollici, purché non siano più lunghe di 0,375 pollici e contenute entro una distanza di 0,40 pollici dalla centratura dell'estremità anteriore del setto. Non sono consentiti più di due eventi per segmento. Vedere [Figura 124](#).
- j. Sezione dell'aletta
  1. Inarcamento del bordo d'uscita superiore a 0,035 pollici con non più di un evento per segmento. Nessun altro setto deve risultare incurvato. Vedere [Figura 125](#).
  2. Condizioni limite (knife edge) con conseguente modifica del contorno del bordo d'uscita non superiore a ,060 pollici, un evento per segmento. Vedere [Figura 126](#).
- k. Corrosione o erosione degli ugelli
  1. La quantità consentita di rimozione della regione dell'aletta è pari a 506 dello spessore della parete.
  2. Occorre conservare materiale sufficiente per il bordo d'uscita, in modo da evitare l'esposizione dei fori di raffreddamento dell'ugello.
  3. Verifiche sull'area e analisi armoniche devono essere eseguite, ove si sia verificata una notevole rimozione di materiale.
- l. Danno dovuto a corpi estranei a carico dell'ugello

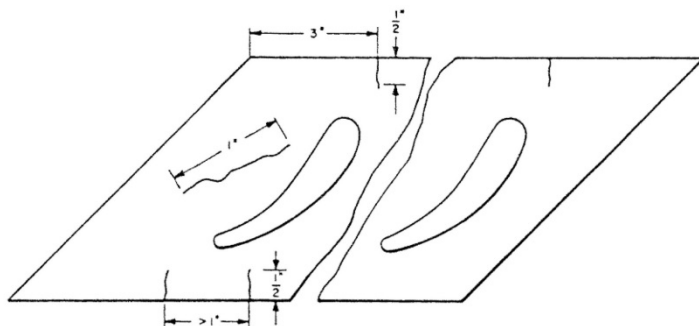
### **NOTA**



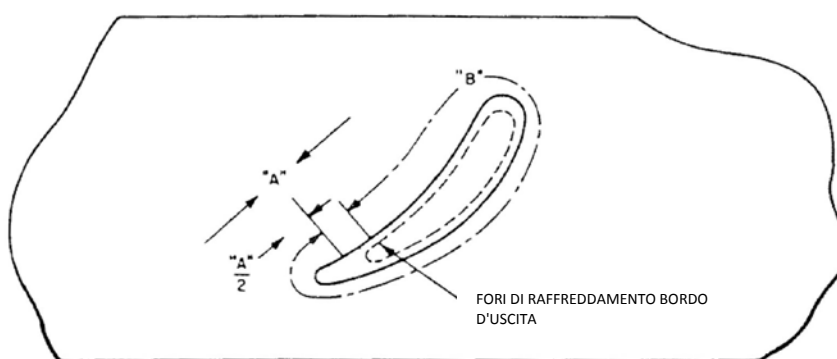
Gli ugelli possono essere gravemente danneggiati da corpi estranei presenti nel flusso di gas. Un danno di questo genere può pregiudicare l'integrità strutturale e le prestazioni aerodinamiche dell'ugello. Il danno dovrebbe quindi essere valutato sulla base dei seguenti criteri:

1. Tutte le lacerazioni e le rotture devono essere valutate secondo gli stessi criteri adottati per le cricche.

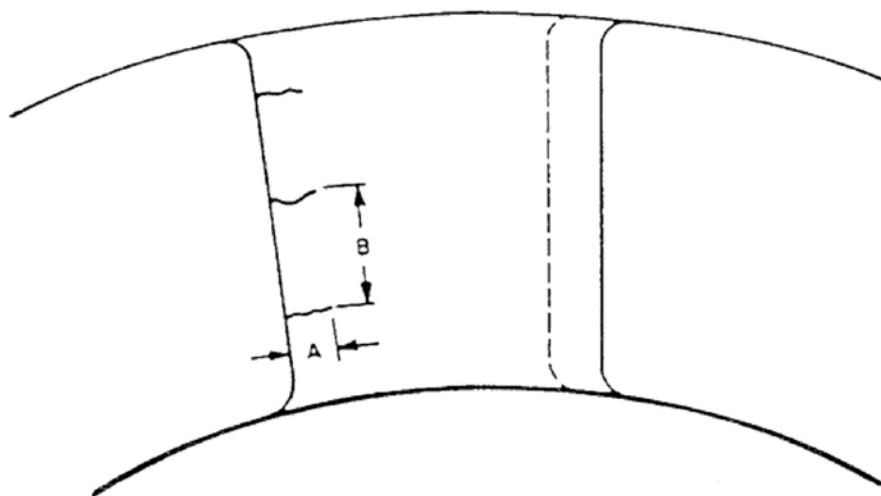
2. Il metallo in rilievo deve essere sottoposto a un trattamento di opacizzazione a strisce, uniformandolo ai contorni delle superfici adiacenti.
  3. Le scheggiature e i trucioli non devono superare il 50% dello spessore della parete.
  4. I danni che interessino l'apertura a gola, ovvero la piegatura dei bordi d'uscita, pezzi mancanti, rendono necessario eseguire una verifica dell'area, provvedendo a un'analisi armonica.
- m. Raccomandazioni
1. Gli ugelli primo stadio non dovrebbero essere rimossi per la riparazione, eccetto per quanto previsto secondo i normali intervalli dei controlli delle parti calde, a meno che i valori indicati nelle linee guida di cui sopra non siano state superati.
  2. Se l'ugello viene rimosso, per altre ragioni, prima di quanto previsto secondo gli intervalli dei controlli delle parti calde, tutte le cricche, i danni, ecc. dovrebbero essere accuratamente mappati, utilizzando opportune procedure per prove non distruttive e riferendo le risultanze al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company.
  3. In tutte le altre occasioni, in cui l'ugello venga reso parzialmente o interamente accessibile, si dovrebbe procedere a un controllo il più possibile completo, utilizzando tecniche idonee e riferendo le risultanze al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company.
  4. Tutti i controlli devono essere segnalati, impiegando i moduli per i Controlli sul campo ISE/GT-FF. Si raccomanda di porre la massima cura nel garantire la precisione. È possibile avere indicazioni errate, quando l'accessibilità sia limitata. Tali indicazioni potrebbero causare un incremento delle spese e problemi di messa a punto, se non analizzate e interpretate correttamente



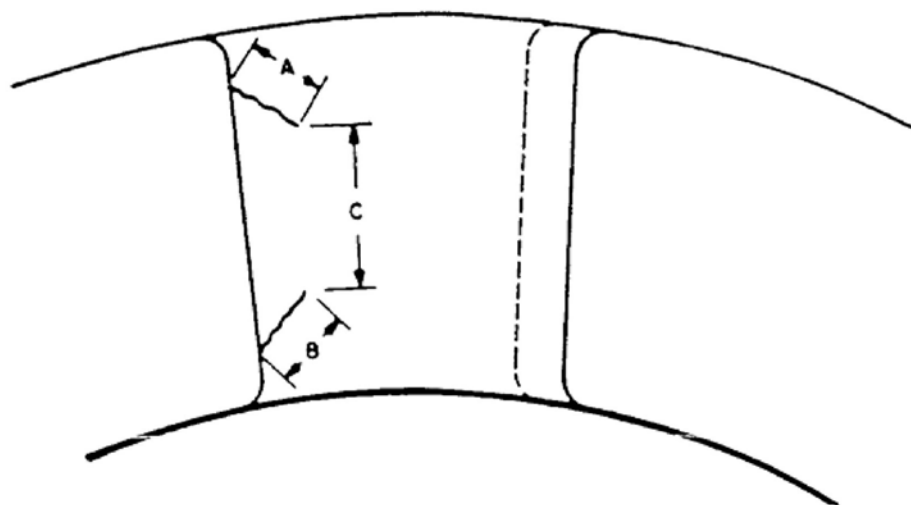
**Figura 118 - HGP-18 - Cricche consentite su parete laterale esterna, interna, bordo d'entrata e d'uscita**



**Figura 119 - HGP-19 - Sezione dell'aletta. Setto verso raccordo parete laterale**



**Figura 120 - HGP-20 - Sezione dell'aletta, bordo d'uscita parallelo alla parete laterale**



**Figura 121 - HGP-21 - Sezione dell'aletta. Bordo d'uscita convergente**

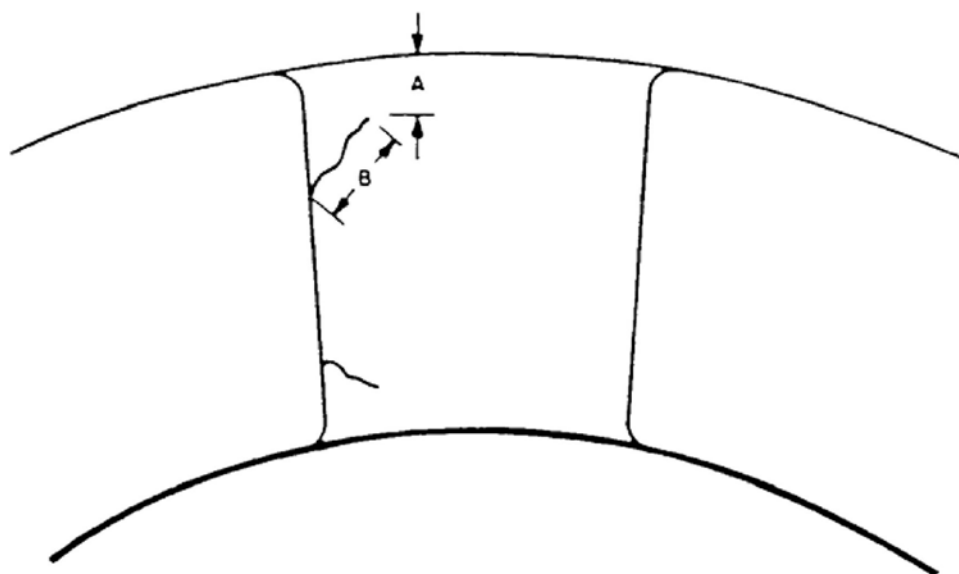


Figura 122 - HGP-22 - Sezione dell'aletta. Bordo d'uscita divergente

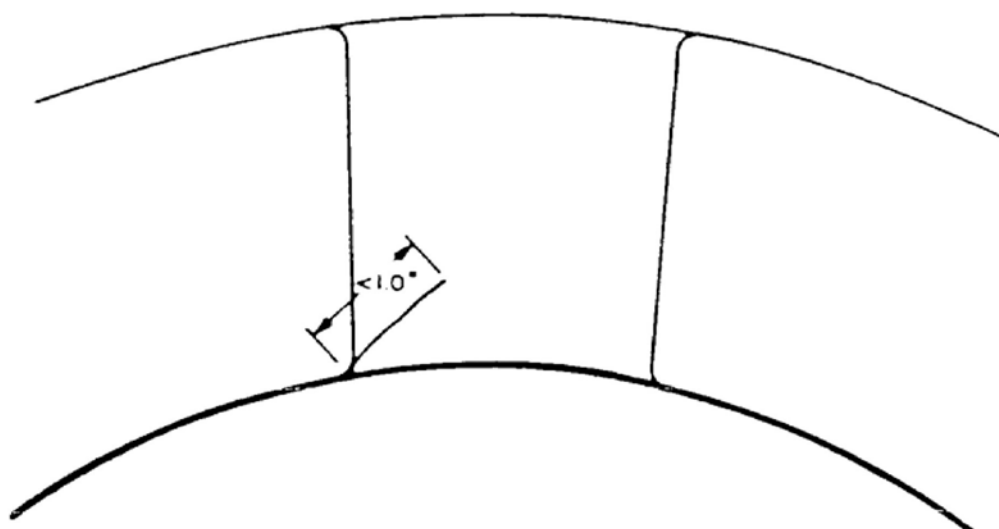
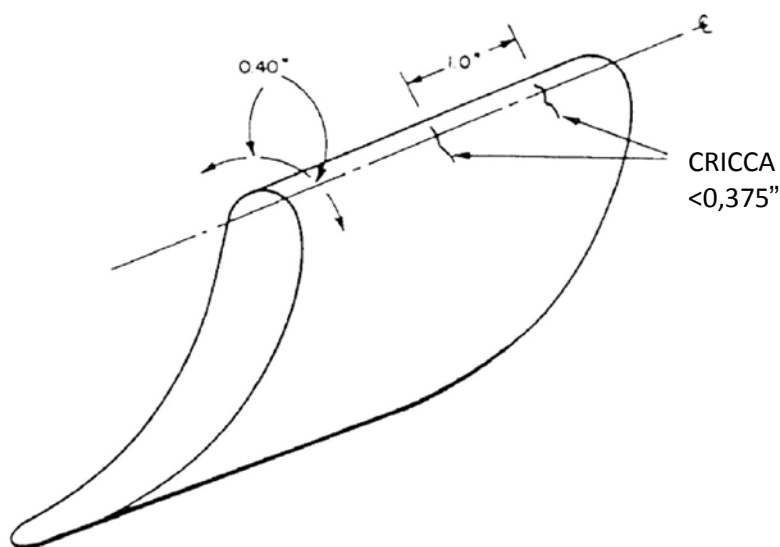
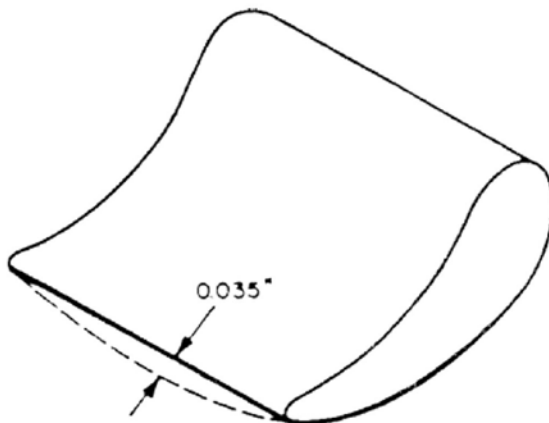


Figura 123 - HGP-23 - Sezione dell'aletta. Bordo d'uscita

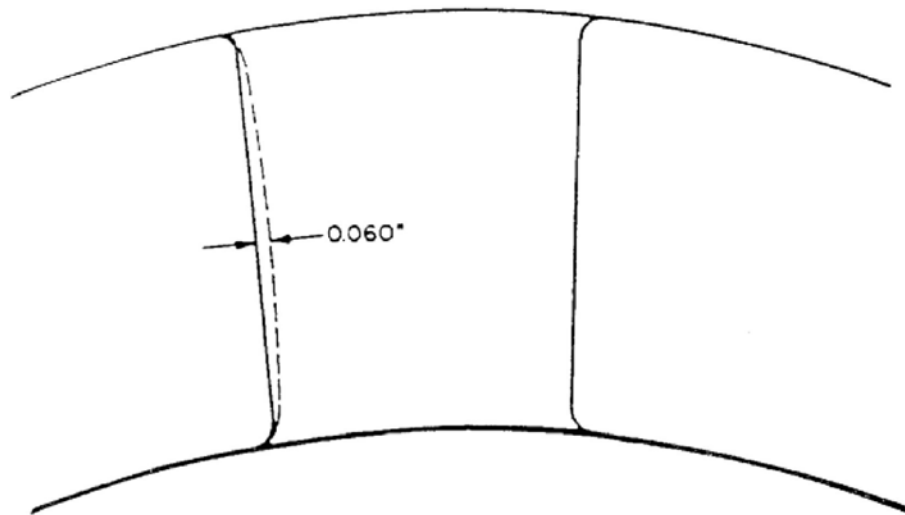




**Figura 124 - HGP-24 - Sezione dell'aletta. Bordo d'entrata**



**Figura 125 - HGP-25 - Sezione dell'aletta. Tolleranze in caso di inarcamento del bordo**



**Figura 126 - HGP-26 - Sezione dell'aletta. Tolleranze limite**

## 8.2.7 Operazione 51

**Controllare i setti degli ugelli variabili secondo stadio (vedere [Figura 127](#) )**

a. Controllo

1. Controllare visivamente i profili alari dei setti e i segmenti dell'anello interno ed esterno, verificando la presenza di cricche mediante una lente a dieci (10) ingrandimenti. Le eventuali presunte cricche dovrebbero essere pulite in modo localizzato, sottoponendole a prova con liquido penetrante fluorescente Zyglo.
2. Verificare i danni prodotti da corpi estranei, corrosione, erosione ed eventuali segni di strisciamento sulle pareti laterali e i setti.
3. Misurare e registrare l'eventuale valore di inarcamento del bordo d'uscita.
4. Comandare manualmente il meccanismo di azionamento delle alette, verificando la presenza di inceppamenti o usura eccessivi nelle bussole degli ugelli, alberi, tiranteria di azionamento e rulli.
5. Registrare e riferire le risultanze nel Rapporto di controllo.

**NOTA**

I requisiti in materia di manutenzione per quanto riguarda i setti degli ugelli secondo stadio sono di norma trascurabili, considerando la vita utile della turbina. Tuttavia, qualora fosse necessario sostituire tutti i setti o una parte degli stessi, risulterebbe obbligatoria l'esecuzione di una verifica sull'area. Il rotore di bassa pressione deve essere rimosso per completare la verifica sull'area. La seguente procedura deve essere applicata per smontare, rimontare i setti secondo stadio ed eseguire la verifica richiesta sull'area. Fare riferimento alla Disposizione della cassa o alla Disposizione della cassa turbina, nonché alle Note specifiche nel volume Elenco dei componenti e disegni del Manuale di assistenza tecnica.

**b. Smontaggio****NOTA**

Le parti indicate di seguito hanno effetto sui requisiti dimensionali inizialmente stabiliti in fabbrica per il montaggio, per cui, qualora vengano rimosse con l'intenzione di riutilizzarle, dovranno essere identificate e munite di etichetta con la relativa ubicazione in riferimento al setto, in modo da facilitarne il rimontaggio.

Leva



del setto

Barra di collegamento

Spessore (PN17)

Bussola (PN18)

Rondella elastica (PN19)

Distanziatore (PN20)

Rondella spaccata (PN21)

Anello interno (PN23)

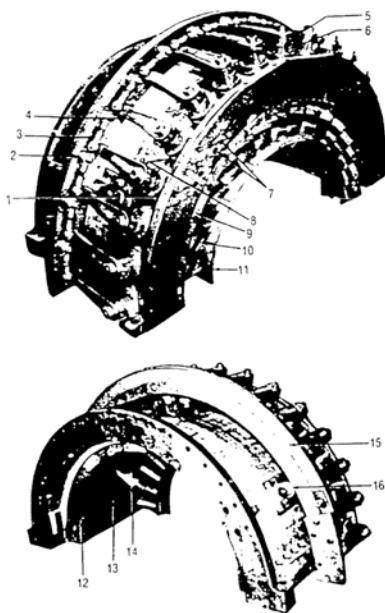
1. Eliminare mediante molatura la puntatura, che trattiene la guarnizione di tenuta, parte 39.
2. Estrarre le guarnizioni di tenuta.
3. Eliminare mediante molatura la saldatura, che trattiene la rondella spaccata, parte 21, eliminare mediante molatura la saldatura su una (1) bussola, parte 18.
4. Tirare la bussola, parte 18.
5. Eliminare mediante molatura la saldatura, che trattiene la rondella spaccata, parte 21, sull'altro setto nel segmento.
6. Estrarre la parete laterale interna dal setto.
7. Disconnettere la barra di collegamento dal braccio del setto.
8. Rimuovere il braccio dall'albero del setto, rimuovendo il bullone, parte 10, e la rondella, parte 41, ed estrarre la spina di sicurezza.
9. Rimuovere il setto.

## c. Rimontare

1. Montare il setto e trattenerlo saldamente contro la bussola dell'anello.
2. Montare la molla, parte 14, accoppiare il braccio marcato, la rondella, parte 41, e il bullone, parte 10. Serrare il bullone, parte 10, fino a poter montare la spina di sicurezza.
3. Montare l'anello interno sull'estremità del setto, tenerlo saldamente contro il setto e verificare che il gioco tra i setti e l'anello sia compreso tra 0,015 e 0,035 pollici. In caso positivo, continuare; se il gioco è inferiore a 0,015 pollici, occorre tirare la bussola e regolare lo spessore, parte 17, fino a ottenere una dimensione compresa tra 0,015 e 0,035 pollici.
4. Rimontare la bussola, parte 18, e saldare.
5. Montare la rondella elastica, parte 19, e lo spessore, parte 20. Montare la rondella spaccata, parte 21, mediante una compressione sulla rondella elastica, parte 19, e saldare nuovamente con lo spessore, parte 20.
6. Dopo aver montato tutti i setti nelle metà superiore e inferiore, si dovrebbe montare la metà superiore della cassa della turbina, unendola alla metà inferiore mediante bulloni. Unire le metà superiore e inferiore dell'anello di controllo mediante bulloni.
7. Sistemare uno spessore al di sotto dei rulli sull'anello di controllo, per centrare l'anello. (Si richiedono spessori di 0,125 pollici). L'anello dovrebbe essere disaccoppiato dal cilindro operatore ed essere posizionato su "N". Bloccare l'anello in questa posizione.
8. Collegare il braccio del setto all'anello con le barre di collegamento.

## d. Verifica sull'area

1. Dipingere i bordi d'uscita sul lato posteriore dei setti con vernice per tracciatura.
2. Tracciare una linea circolare sul bordo d'uscita di ogni setto, da 0,68 a 0,64 pollici, partendo dall'anello esterno, quindi tracciare una seconda linea, da 3,46 a 3,42 pollici, partendo dagli anelli.
3. Usando la linea con dimensione da 0,68 a 0,64 pollici, misurare e registrare l'apertura a gola "S" e la dimensione del passo "T". "T" è la dimensione del passo da punta a punta presso la linea tracciata. (Per i dettagli vedere la sezione K-12 foglio 1 del disegno Disposizione del guscio o della cassa della turbina). Registrare le dimensioni di cui sopra nel Modulo di controllo.
4. Regolare ogni apertura a gola del setto, mediante la barra di collegamento, in modo da ottenere un rapporto "SX/TX" compreso tra 0,266 e 0,263 pollici (vedere il disegno Note specifiche foglio 3). Mantenere la dimensione "S" tra 1,380 e 1,320 pollici.
5. Dopo aver soddisfatto il rapporto "SX/TX" per la dimensione da 0,68 a 0,64, misurare e registrare il rapporto "Sy/Ty" per la dimensione da 3,46 a 3,42 sul modulo ISE/GT- FF-6047. Se la dimensione da 0,266 a 0,263 risulta soddisfatta, non sono necessarie ulteriori analisi; se questa dimensione non è soddisfatta, è necessario procedere con l'analisi armonica.



**Figura 127 - HGP-27 - Cassa della turbina e componenti**

### LEGENDA

- |    |   |
|----|---|
| 1  | ATTACCO ARIA DI RAFFREDDAMENTO IN PERNO DI SUPPORTO DIAFRAMMA 2° STADIO (RAFFREDDAMENTO SPAZIO TRA LE RUOTE ANTERIORI 2° STADIO).               |
| 2  | MONTANTE DI COLLEGAMENTO.   |
| 3  | INSIEME DELLA BARRA DI COLLEGAMENTO.  |
| 4  | LEVA.   |
| 5  | SPINA DI SICUREZZA.   |
| 6  | ARRESTO.  |
| 7  | FORI PER RAFFREDDAMENTO AD ARIA FORZATA DELLA SEZIONE POSTERIORE DELLA CASSA DELLA TURBINA E MONTANTI DELLA CASSA DI SCARICO                    |
| 8  | NEBULIZZATORE PER RAFFREDDAMENTO AD ARIA AMBIENTE FORZATA DELLA SEZIONE POSTERIORE DELLA CASSA DELLA TURBINA E MONTANTI DELLA CASSA DI SCARICO. |
| 9  | SEGMENTI ANELLO ESTERNO-SETTO UGELLI 2° STADIO.   |
| 10 | SETTO UGELLI 2° STADIO.   |
| 11 | SEGMENTI ANELLO INTERNO-SETTO UGELLI 2° STADIO.   |
| 12 | SEGMENTO ANELLO - RUOTA TURBINA 1° STADIO.  |
| 13 | PARETE ESTERNA - CIRCUITO GAS STADIO INTERMEDIO.  |
| 14 | PERNO DI SUPPORTO - DIAFRAMMA 2° STADIO.  |
| 15 | ANELLO DI CONTROLLO.  |
| 16 | INSIEME SUPPORTO RULLI.   |

**8.2.8          Operazione 52****Controllare le condizioni del diaframma secondo stadio e del circuito gas stadio intermedio**

- a.      Controllare il diaframma secondo stadio, le guarnizioni a tenuta del diaframma e la parete laterale interna ed esterna, verificando la presenza di sfregamenti, cricche, punti caldi, deformazioni e danni causati da corpi estranei.
- b.      Registrare le risultanze nel Rapporto di controllo.

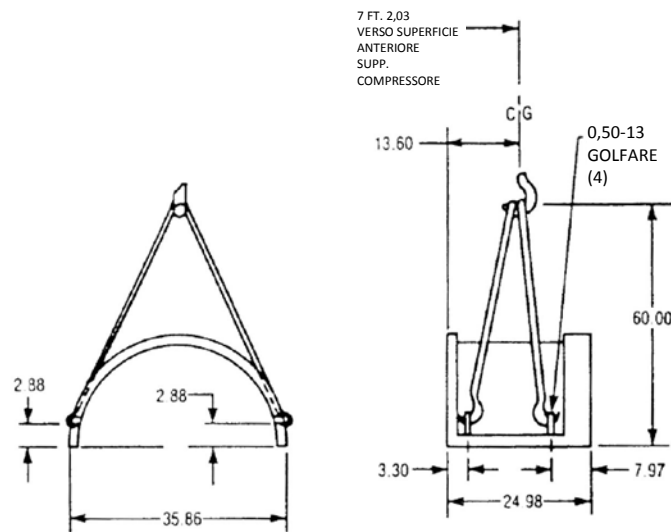
### **8.3 PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PER CONTROLLO PARTI CALDE MS-3002J DLN**

#### **8.3.1 Operazione 53**

##### **Installare la metà superiore del diaframma secondo stadio**

- a. Verificare la pulizia delle superfici di accoppiamento e l'assenza di bave o rigonfiamenti.
- b. Predisporre il sollevamento, mediante paranco a catena, della metà superiore del diaframma. Vedere [Figura 128](#).
- c. Controllare attentamente la pulizia nell'area della metà inferiore del diaframma. Assicurarsi che tutte le termocoppie dello spazio fra le ruote siano state installate, adeguatamente fissate e bloccate.
- d. Applicare un rivestimento di stucco per giunzioni Perfect Seal sulle superfici delle flange. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sul bordo del deflettore del diaframma.
- e. Sollevare il diaframma al di sopra dell'unità, usando il paranco a catena, quindi abbassare il diaframma in posizione. Prestare particolare attenzione alle guarnizioni di tenuta e assicurarsi che il deflettore si innesti correttamente nel diaframma.
- f. Rivestire i bulloni con composto anti-grippante Fel-Pro C-102. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.
- g. Installare le piastre e le guarnizioni di tenuta della parete laterale interna, assicurandosi che gli accoppiamenti a gancio si innestino nel diaframma. I profili di tenuta segmentati nella posizione di ore due dovrebbero essere installati per ultimi.
- h. Rivestire le tre spine di riferimento da ,375 pollici con il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 e installarne una per ogni piastra. Non fissare le spine di riferimento, dal momento che saranno trattenute dalla sezione di profilo alare del perno radiale.
- i. Saldare mediante puntatura l'estremità della scanalatura nella posizione di ore 2 del profilo di tenuta. Non saldare mediante puntatura il profilo di tenuta.



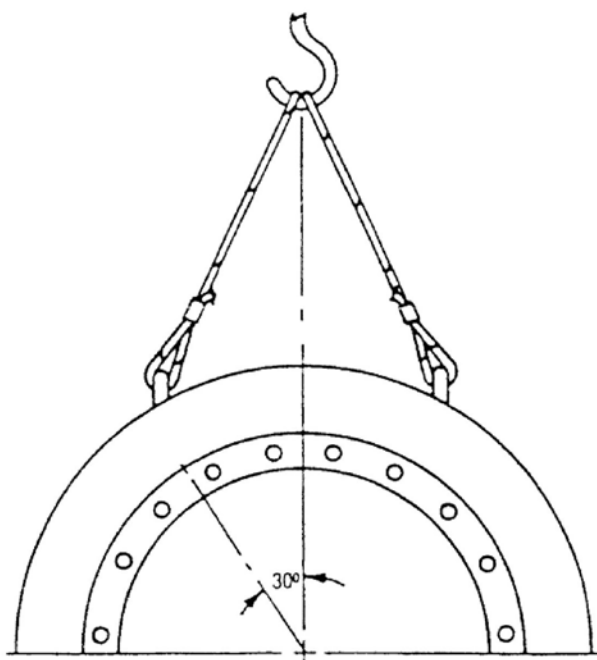


**Figura 128 - HGP-28 - Predisposizione del sollevamento per diaframma secondo stadio**

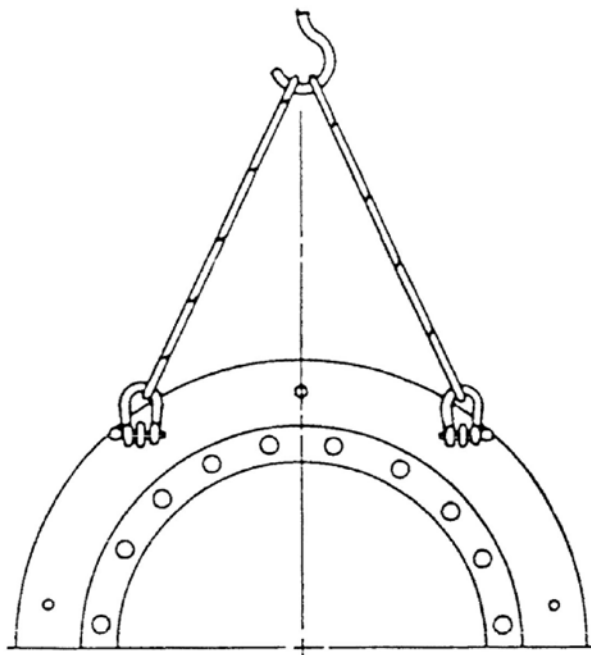
### 8.3.2 Operazione 54

#### Installare la metà superiore dell'anello di supporto per l'ugello primo stadio

- Predisporre il sollevamento mediante paranco a catena della metà superiore dell'anello di supporto Vedere la [Figura 129](#) e la [Figura 130](#).
- Verificare la pulizia delle superfici di accoppiamento e l'assenza di bave o rigonfiamenti.
- Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sulle spine di riferimento e sui bulloni.
- Sollevare la metà superiore dell'anello di supporto al di sopra dell'unità e, usando il paranco a catena, abbassarla con cautela in posizione.
- Installare la bulloneria e applicare la coppia prevista.



**Figura 129 - HGP-29 - Anello di supporto imbracato usando i fori filettati**



**Figura 130 - HGP-30 - Anello di supporto imbracato usando i fori di montaggio della guarnizione di tenuta a "L"**

### 8.3.3 Operazione 55

#### Installare la metà inferiore dell'ugello primo stadio

##### **NOTA**



Qualora sia necessario reinstallare un ugello primo stadio nuovo o rigenerato, si raccomanda di richiedere la consulenza del Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, in modo da allineare correttamente l'ugello ed eseguire le verifiche dei giochi.

- a. Rivestire con un sottile strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102 tutti i bulloni, le spine di riferimento, i perni e le parti dell'accoppiamento, incluse le guarnizioni di tenuta.
- b. Inserire un golfare spallato nel foro del bullone centrale in ognuna delle flange della giunzione orizzontale dell'ugello. Questi saranno necessari in seguito alla parziale installazione dell'ugello primo stadio.
- c. Per reinstallare la metà inferiore dell'ugello primo stadio, che era stata originariamente rimossa, procedere come segue:
  1. Verificare che le guarnizioni di tenuta a "L" siano montate nella scanalatura della metà inferiore e che le giunzioni delle stesse guarnizioni siano sfalsate di almeno 1,00 - ,750 pollici rispetto alle giunzioni del segmento dell'ugello.

2. Usando cavi, imbracature e paranchi a catena fissati alle barre di sollevamento sulla parte posteriore dell'anello di ritegno dell'ugello, predisporre il sollevamento della metà dell'ugello, invertito (con le estremità rivolte verso il basso), sulla cassa della turbina.
3. Accertarsi che tutte le superfici di accoppiamento siano pulite, prive di bave o rigonfiamenti, oltre che rivestite con un leggero strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102.
4. Cominciare a svolgere l'insieme della metà inferiore dell'ugello, inserendolo nella cassa della turbina, allentandolo con un paranco e alzandolo con l'altro, spostando la gru quanto necessario per guidare l'insieme intorno al rotore.
5. Una volta che la metà dell'ugello sia stata inserita per circa 45 gradi, cambiare la posizione di fissaggio dell'imbracatura a cavo più bassa, spostandola fino alla barra di sollevamento successiva, saldata da un capo all'altro della parte posteriore dell'anello di ritegno dell'ugello.
6. Continuare a svolgere e inserire la metà dell'ugello, fino a quando le superfici della giunzione orizzontale risultino perpendicolari. A questo punto sarà necessario tirare l'ugello per il resto del percorso circolare, fissando un'imbracatura a cavo al golfare, posizionato nella flangia del bordo d'entrata. Continuare il processo di svolgimento e inserimento, alzando con il cavo del bordo d'entrata e allentando con il cavo seguente.
7. Quando le giunzioni orizzontali della metà dell'ugello risulteranno orientate sul piano orizzontale, ambedue le imbracature a cavo saranno fissate ai golfari, precedentemente installati nei fori orizzontali dei bulloni. Con i paranchi fissati alle imbracature a cavo, sollevare leggermente l'ugello e installare i blocchi distanziatori al di sotto delle flange.

**NOTA**



Assicurarsi che i blocchi distanziatori siano ricollocati nelle posizioni originali. I blocchi in oggetto sono rettificati durante il montaggio in fabbrica della turbina, in modo da ottenere giochi adeguati.

8. Abbassare la metà dell'ugello sui blocchi distanziatori e rimuovere le imbracature di sollevamento, i paranchi a catena e i golfari.
9. Installare i due morsetti di supporto esterni. Rivestire i bulloni con composto anti-grippante Fel-Pro C-102. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.
10. Montare la metà inferiore dell'anello di fissaggio della guarnizione di tenuta a "L". Installare piastre di bloccaggio e bulloni nuovi. Serrare e applicare la coppia prevista alla bulloneria. Piegare le linguette delle piastre di bloccaggio, per bloccare la bulloneria. Vedere [Figura 131](#).
11. Montare due spessori di guarnizione intorno alla circonferenza della scanalatura della parete laterale interna e due spessori intorno alla scanalatura della parete laterale esterna. La lunghezza della guarnizione dovrebbe essere estesa per 180 gradi. Le giunzioni della guarnizione non devono coincidere con le giunzioni dei segmenti dell'ugello. I due strati dovrebbero essere sfalsati. Fare riferimento al disegno Disposizione dell'ugello primo stadio nella sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica.
12. Reinstallare i tappi dei fori per il boroscopio e i fermi nella metà inferiore della cassa della turbina.
13. Verificare i giochi tra ugello e rotore e registrarli nel Rapporto di controllo.

**NOTA**

Il rotore deve essere sistemato in posizione completamente avanzata contro il cuscinetto reggispira caricato, prima di eseguire le verifiche dei giochi.



### 8.3.4 Operazione 56

#### Installare il perno eccentrico della metà inferiore dell'ugello primo stadio

Il perno eccentrico deve essere inserito nella metà inferiore dell'ugello primo stadio dopo che l'ugello sia stato montato e adeguatamente posizionato. Qualora l'ugello non sia stato sostituito e non siano stati effettuati aggiustamenti, per ottenere giochi adeguati, il perno eccentrico dovrebbe essere collocato in sede correttamente, senza richiedere regolazioni. Tuttavia, nel caso in cui l'ugello sia stato sostituito o aggiustato, si dovrà applicare la procedura seguente.

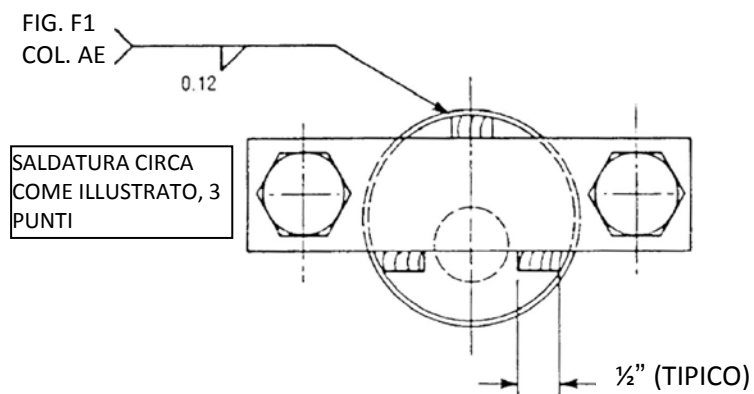
- a. Tagliare la vecchia fascetta di fissaggio dalla sommità delle teste dei perni eccentrici e levigare entrambe le superfici.
- b. Installare il perno eccentrico nel girante della turbina fino alla massima profondità. Prestare attenzione a non disturbare il centraggio laterale degli ugelli.
- c. Rivestire con Dykem Blue l'estremità superiore dei perni.
- d. Rivestire la sommità e i lati della fascetta di fissaggio con Dykem Blue.
- e. Posizionare la fascetta, con il lato rivestito rivolto verso l'alto, sulla sommità del perno eccentrico e fissare con i due bulloni a staffa.



#### **NOTA**

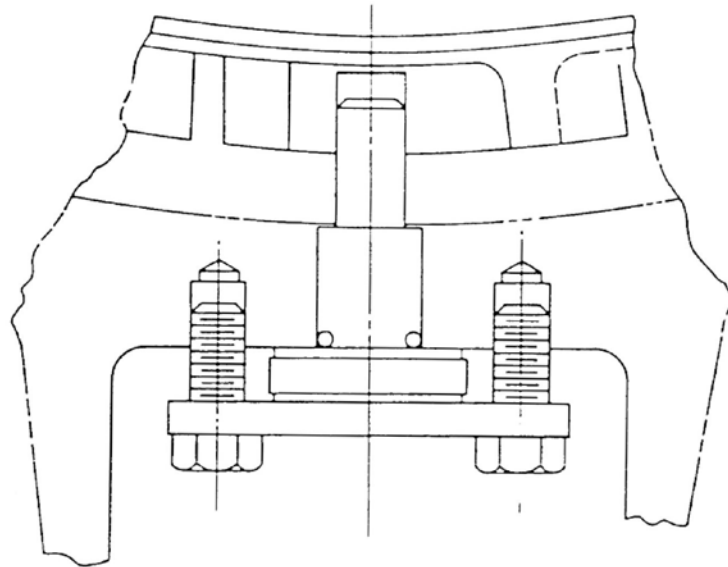
Applicare uno strato leggero di composto anti-grippante Fel-Pro C-102 ai filetti dei bulloni.

- f. Tracciare una marcatura sulla testa del perno, lungo i due lati della fascetta di fissaggio.
- g. Tracciare due marcature trasversali sulle sommità e lungo i lati della fascetta di fissaggio, continuando attraverso la testa del perno.
- h. Rimuovere i bulloni della fascetta di fissaggio, la fascetta e il perno eccentrico.
- i. Tenere il perno in una morsa, riposizionare la fascetta sulla testa del perno, allineando le tracciatore, e saldare la fascetta sulla testa del perno come da istruzioni nella [Figura 132](#).
- j. Rivestire il perno eccentrico con un sottile strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102 e reinstallare il perno nella cassa.
- k. Installare i bulloni della fascetta di fissaggio e applicare la coppia adeguata. Vedere [Figura 133](#).



**Figura 132 - HGP-32 - Fascetta di fissaggio saldata alla testa del perno eccentrico**





**Figura 133 - HGP-33 - Perno eccentrico trattenuto mediante bulloni attraverso i fori della fascetta di fissaggio**

### 8.3.5 Operazione 57

#### Installare la metà superiore dell'ugello primo stadio

- a. Rivestire tutte le parti dell'accoppiamento e la bulloneria con un leggero strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102.
- b. Installare le guarnizioni di tenuta a "L" sull'insieme della metà superiore dell'ugello primo stadio.



#### **NOTA**

Una leggera marcatura a percussione manterrà in posizione le guarnizioni di tenuta durante il montaggio.

- c. Usando paranchi a catena e imbracature, predisporre il sollevamento dell'insieme dell'ugello invertito (due estremità rivolte verso il basso), in modo che sia in piano.
- d. Assicurarsi che i profili di tenuta siano posizionati nelle scanalature della parete laterale interna ed esterna. Abbassare con cautela la metà superiore dell'ugello sulla metà inferiore.
- e. Installare i bulloni della giunzione orizzontale. Serrare e applicare la coppia prevista alla bulloneria.
- f. Verificare e registrare il gioco del morsetto dell'ugello 1N4 nel Rapporto di controllo.
- g. Montare l'anello di fissaggio della guarnizione di tenuta a "L", usando piastre di fissaggio e bulloni nuovi. Serrare e applicare la coppia prevista alla bulloneria. Piegare le linguette delle piastre di bloccaggio (minimo due linguette), per bloccare i bulloni.

- h. Montare due (2) spessori di guarnizione intorno alla circonferenza delle scanalature delle pareti laterali interne ed esterne. La lunghezza della guarnizione dovrebbe essere estesa per 180 gradi. Ognuno dei due strati dovrebbe essere sfalsato e le giunzioni della guarnizione non dovrebbero coincidere con le giunzioni dei segmenti dell'ugello.

### 8.3.6 Operazione 58

#### Installare la metà superiore della cassa della turbina

- a. Predisporre il sollevamento della cassa della turbina mediante un'imbracatura a quattro bracci, con morsetti tirafilo o paranchi a catena in ogni braccio e un paranco a catena dal gancio della gru principale. Fissare un vincolo antirotazione alla cassa. Vedere [Figura 135](#).
- b. Pulire le flange della giunzione verticale e orizzontale. Rimuovere eventuali bave sulle flange.
- c. Rivestire i montanti della cassa di scarico del compressore e la flangia verticale della cassa di scarico con un sottile strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102.

#### **ATTENZIONE**



Si deve utilizzare unicamente una pellicola sottile di composto anti-grippante, altrimenti ci potrebbero essere interferenze nell'accoppiamento delle giunzioni, in quanto il composto agirebbe come una guarnizione. Non applicare il composto anti-grippante sui componenti delle parti calde o all'interno degli stessi.

- d. Controllare la pulizia della metà inferiore della cassa della turbina e accertarsi che nessun corpo estraneo sia penetrato all'interno durante il rimontaggio della metà superiore della cassa.
- e. Sollevare e posizionare in piano la cassa, usando una livella a bolla d'aria. Posizionare la cassa sull'unità e verificare che il fronte della flangia posteriore della cassa della turbina e il fronte della flangia anteriore della cassa di scarico siano paralleli tra loro. Usando il paranco a catena principale e il vincolo antirotazione, abbassare con cautela la cassa della turbina, mantenendo la relativa flangia posteriore in contatto con la flangia anteriore della cassa di scarico.
- Manipolare l'imbracatura e regolare secondo quanto necessario, mantenendo sempre in piano la cassa, fino a quando questa non scorra oltre il montante della cassa di scarico superiore del compressore. Allentare il paranco a catena principale e abbassare la cassa, fino a quando non si trovi a circa diciotto (18) pollici al di sopra della metà inferiore della cassa.
- f. Applicare Perfect Seal sulla superficie della giunzione orizzontale e unicamente per un tratto pari a un pollice sui due lati della giunzione a 4 vie. Applicare uno strato leggero di composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sul resto della giunzione orizzontale.
- g. Installare i perni di guida nei fori dei bulloni a espansione, uno anteriormente e uno posteriormente sui lati opposti. Assicurarsi che i bracci della leva del setto siano in posizione di rotazione completamente in senso orario, in modo che i setti sporgano per un minimo tratto al di sopra e al di sotto della giunzione orizzontale, sui lati sinistro e destro.
- h. Continuare ad abbassare la metà superiore della cassa, verificando frequentemente che i perni di guida non si inceppino. Se i perni di guida si inceppano, spostare la cassa della turbina verso destra o sinistra, per migliorare l'allineamento e liberare i perni di guida. Quando la metà superiore della cassa si trova a circa quattro (4) pollici al di sopra della metà inferiore, le due leve del setto presso la giunzione orizzontale dovrebbero essere ruotate, per garantire l'assenza di inceppamenti e la disponibilità del gioco necessario durante l'innesto iniziale con la metà inferiore. Una volta abbassata la metà superiore in posizione finale, le due leve del setto dovrebbero essere ruotate periodicamente, per garantire l'assenza di inceppamenti.

- i. Rivestire i bulloni a espansione della giunzione orizzontale con composto anti-grippante Fel-Pro C-102. Installare i bulloni sui lati sinistro e destro e rimuovere il dispositivo di sollevamento.

**NOTA**

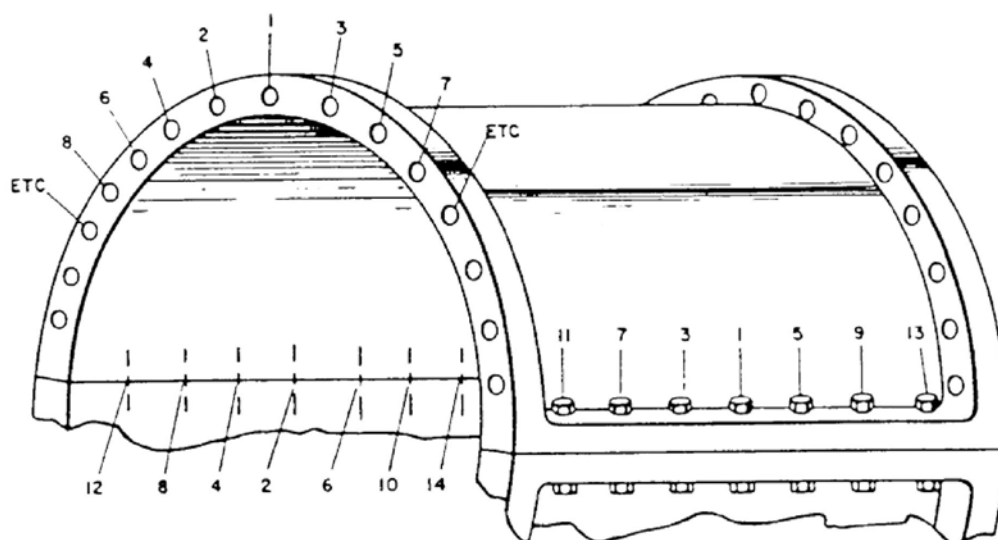
Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 su tutti i bulloni e le spine di riferimento prima dell'installazione.

- j. Installare i bulloni della giunzione orizzontale. Serrare e applicare la coppia richiesta alla bulloneria, cominciando dal punto centrale e procedendo fino alle estremità sia sul lato sinistro sia su quello destro. Vedere [Figura 134](#).
- k. Installare la bulloneria della flangia verticale e la spina di riferimento assiale tra la cassa della turbina e la cassa di scarico. Serrare e applicare la coppia richiesta alla bulloneria, cominciando dalla centratura verticale superiore e procedendo alternativamente verso il basso su ogni lato.
- l. Installare bulloni e spine di riferimento sui montanti della cassa di scarico del compressore. Serrare e applicare la coppia prevista alla bulloneria.
- m. Installare i bulloni a espansione e la bulloneria alla giunzione orizzontale dell'anello di controllo dell'ugello secondo stadio. Serrare e applicare la coppia prevista alla bulloneria.
- n. Ricollegare le due leve del setto della giunzione orizzontale all'anello di controllo. Rimuovere il martinetto di supporto al di sotto dell'anello di controllo della metà inferiore.
- o. Pulire i fronti delle flange sui perni di supporto radiali e la cassa della turbina. Applicare uno strato sottile di stucco per giunzioni Perfect Seal sul fronte della flangia.
- p. Usando un blocco di legno e un mazzuolo di cuoio greggio o nylon, dare dei colpetti leggeri sul perno di supporto, per fissarlo in posizione.

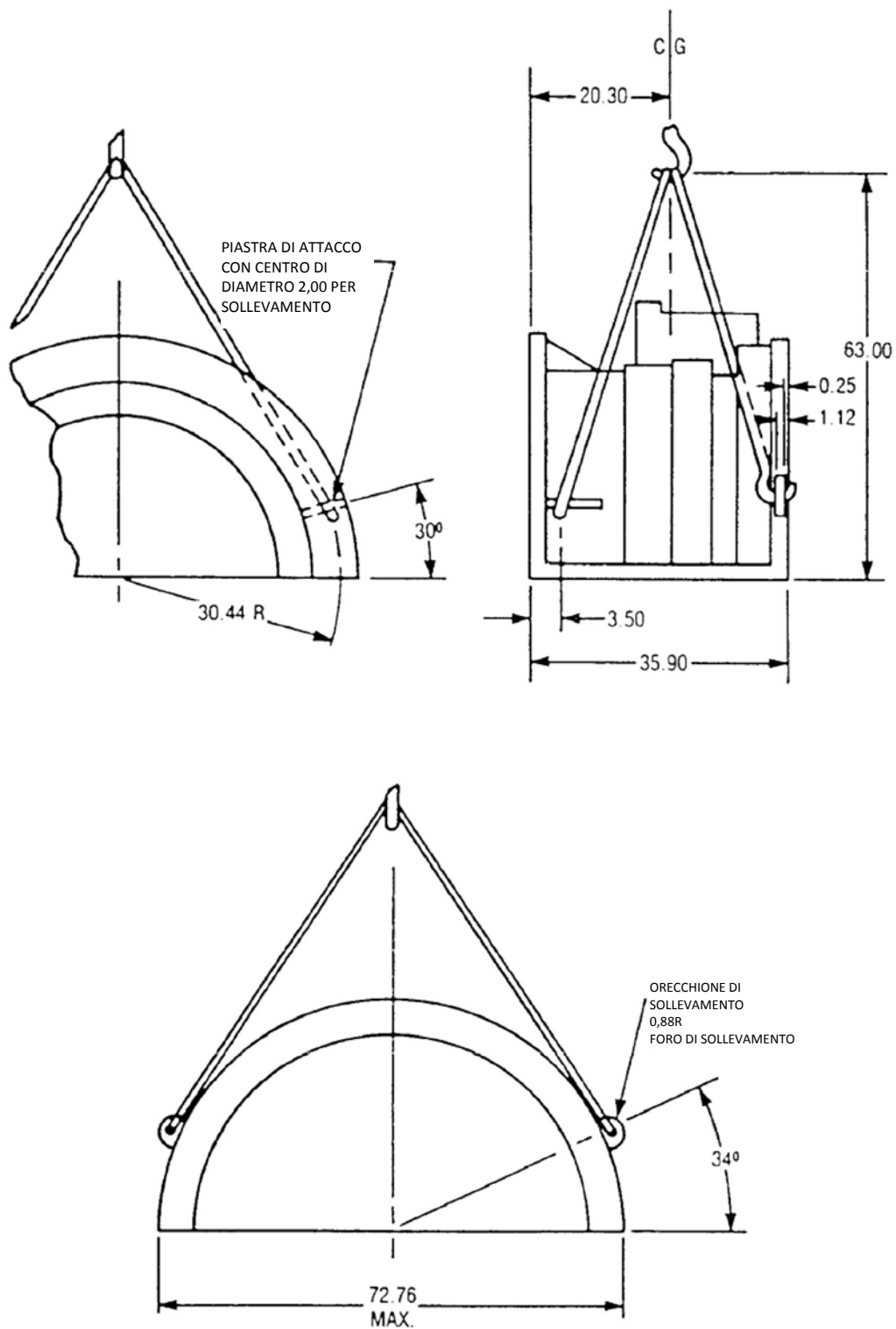
**ATTENZIONE**

Non tirare i perni di supporto in posizione con i relativi bulloni di fissaggio. Se il perno rimane sospeso, si può verificare una deformazione a carico del diaframma secondo stadio e/o delle pareti laterali interna ed esterna. Se non è possibile posizionare agevolmente il perno, estrarlo completamente per esaminarlo e risolvere il problema, prima di procedere ulteriormente.

- q. Applicare uno strato leggero di composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sulla bulloneria. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.
- r. Reinstallare i tappi per il boroscopio e i relativi fermi sulla cassa della turbina.



**Figura 134 - HGP-34 - Tipica sequenza di serraggio dei bulloni**



**Figura 135 - HGP-35 - Predisposizione del sollevamento della cassa della turbina**

### 8.3.7 Operazione 59

#### Installare il perno eccentrico della metà superiore dell'ugello primo stadio

- a. Fare riferimento all'insieme delle parti calde, Operazione 25, per la procedura di installazione del perno eccentrico della metà superiore dell'ugello primo stadio.

### 8.3.8 Operazione 60

Eseguire le operazioni di rimontaggio per il controllo di camicia e pezzi di transizione (LTPI) come indicato dal [Paragrafo 7.4.1](#)

### 8.3.9 Operazione 61

#### Rimuovere i martinetti di supporto meccanici e i supporti al di sotto delle casse dell'unità



#### **ATTENZIONE**

I martinetti di supporto meccanici, i cunei o i bulloni estrattori non devono essere rimossi, fino a quando la metà superiore di tutte le casse non sia stata installata e fissata mediante bulloni.

- a. Posizionare due indicatori a quadrante, uno per ciascun lato della giunzione orizzontale, in prossimità dell'area supportata dai martinetti. Applicare le basi magnetiche alla struttura dell'involucro della turbina e fissare lo stelo dell'indicatore a quadrante su una superficie orizzontale liscia. Settare la lettura degli indicatori a quadrante su zero.
- b. Rilasciare i martinetti presso le flange verticali anteriori e posteriori di ogni cassa e registrare le letture degli indicatori a quadrante. Il valore medio delle letture degli indicatori a quadrante dovrebbe corrispondere, approssimativamente, al valore registrato con le casse sollevate sui martinetti.
- c. Rilasciare e rimuovere il cuneo o il bullone estrattore sul fondo della cassa della turbina e il cuneo di bloccaggio.

#### **NOTA**



Se la cassa della turbina non si muove verso il basso con il rilascio dei martinetti, contattare il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company per ricevere istruzioni e indicazioni in merito agli interventi correttivi.

- d. Rimuovere i martinetti e gli spessori al di sotto dell'unità. Sostituire le lamiere o eliminare le bruciature sul pavimento del basamento dell'unità.

### 8.3.10 Operazioni da 62 a 71

Eseguire le operazioni di rimontaggio per il controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.4.1](#) al [Paragrafo 6.4.10](#)

## 9 ISPEZIONE PRINCIPALE

### ATTENZIONE



Prima di procedere con il ISPEZIONE PRINCIPALE, assicurarsi che la corrente elettrica per la turbina a gas sia staccata e il relativo contrassegno di sicurezza sia apposto, che il sistema a CO<sub>2</sub> sia disattivato, che il sistema combustibile gassoso sia isolato e/o che il sistema combustibile liquido sia stato spurgato e disattivato. Fare riferimento al [Paragrafo 2](#) , Procedure standard, nelle presenti istruzioni di controllo e manutenzione.

### 9.1 PROCEDURA DI SMONTAGGIO PER ISPEZIONE PRINCIPALE MS-3002J

La presente procedura non esclude il rischio di possibili incidenti; fare riferimento all'analisi della sicurezza sul lavoro del proprio sito (JSA: job safety analysis) o alla valutazione dei rischi (RA: risk assessment) per informazioni in merito alle speciali procedure di movimentazione o ai requisiti dei dispositivi di protezione individuale (DPI).

#### 9.1.1 Operazioni da 1 a 11

Eseguire le operazioni di smontaggio per il controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.1.1](#) al [Paragrafo 6.1.11](#)

#### 9.1.2 Operazioni 12 e 13

Eseguire le operazioni di smontaggio per il controllo della camicia e dei pezzi di transizione (LPTI) come indicato dal [Paragrafo 7.1.2](#) e [Paragrafo 7.1.3](#)

#### 9.1.3 Operazioni da 14 a 20

Eseguire le operazioni di smontaggio per il Controllo delle parti calde (HGPI) come indicato dal [Paragrafo 8.1.3](#) al [Paragrafo 8.1.9](#)

#### 9.1.4 Operazione 21

##### Rimuovere il coprigiunto ausiliario

- a. Per la rimozione del coprigiunto ausiliario della linea mediana orizzontale, configurazione con giunto di dilatazione, procedere come segue:
  1. Rimuovere i bulloni della giunzione orizzontale dal coprigiunto.
  2. Rimuovere i bulloni della metà superiore della giunzione verticale dal coprigiunto all'estremità della turbina.
  3. Rimuovere la bulloneria del giunto di dilatazione verticale posteriore dal giunto di dilatazione.
  4. Predisporre i bulloni estrattori in modo da comprimere il giunto di dilatazione nel seguente modo: (vedere [Figura 136](#) )
    - a. Saldare due dadi da 3/8" al lato anteriore della flangia posteriore. Posizionare i dadi a 180 gradi di distanza in senso orizzontale tra i bulloni della flangia verticale, in modo da non interferire con la rimozione dei bulloni.

**ATTENZIONE**

Proteggere l'area dei soffietti dalla formazione accidentale di archi durante la saldatura dei dadi alle flange dei giunti di dilatazione.

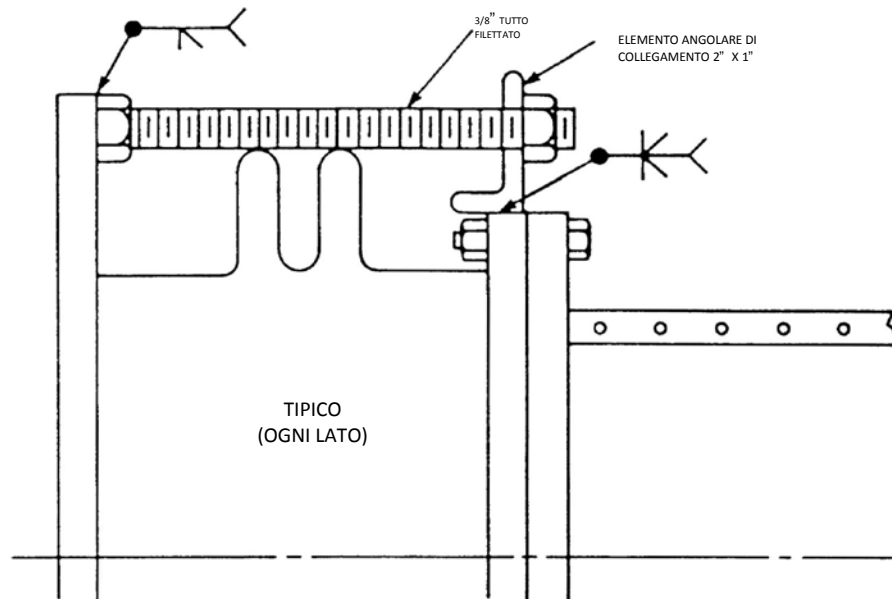
- b. Saldare i dadi in modo da potervi avvitare una sezione da 3/8" dell'asta filettata, che si estenda orizzontalmente in avanti dalla flangia verticale posteriore e prosegua oltre la flangia verticale anteriore del giunto di dilatazione.
  - c. Saldare due dadi da 3/4" al bordo della flangia anteriore del giunto di dilatazione, in modo che le aste filettate da 3/8" possano passarvi attraverso. Questi elementi agiranno da bussole, in modo che il giunto di dilatazione possa essere compresso, quando i dadi siano posizionati sull'estremità libera delle aste filettate e serrati. Vedere [Figura 136](#).
5. Rimuovere la bulloneria del giunto di dilatazione verticale anteriore.
  6. Serrare i bulloni estrattori in misura uguale, in modo da comprimere il giunto di dilatazione solo quanto serve per rimuovere la metà superiore del coprigiunto.

**ATTENZIONE**

Non comprimere il giunto di dilatazione per più di ,500 pollici.

7. Sollevare e staccare la metà superiore del coprigiunto.
  8. Disconnettere le tubazioni di alimentazione e scarico dell'olio verso gli ugelli atomizzatori. Coprire con un cappello o un coperchio tutte le tubazioni dell'olio aperte.
  9. Rimuovere i bulloni della metà inferiore del coprigiunto verticale presso l'estremità della turbina e rimuovere la metà inferiore del coprigiunto. Il giunto di dilatazione dovrebbe essere supportato fino alla rimozione della metà inferiore del coprigiunto.
  10. Spostare all'indietro il giunto di dilatazione, per esporre i bulloni di accoppiamento ausiliario. Poggiare delicatamente l'insieme del giunto di dilatazione sul blocco sull'albero di accoppiamento ausiliario.
  11. Pulire tutte le superfici di giunzione delle flange e rimuovere dai bulloni il composto anti-grippante applicato in precedenza.
  12. Estrarre tutte le guarnizioni usate.
- b. Per la rimozione del coprigiunto ausiliario, con una configurazione diversa da quella con giunto di dilatazione, linea mediana orizzontale, procedere come segue:
1. Contrassegnare e/o marcare la posizione di accoppiamento ad ambedue le estremità del coprigiunto e sulle metà superiore e inferiore, se applicabile.
  2. Rimuovere i bulloni verticali e orizzontali.
  3. Sollevare e staccare il coprigiunto, facendo attenzione a non danneggiare le superfici dei fronti delle flange.
  4. Pulire i bulloni e i fronti delle flange dei giunti, eliminando il composto anti-grippante applicato in precedenza.





**Figura 136 - MI-1 - Predisposizione e montaggio dei bulloni estrattori per comprimere il giunto di dilatazione del coprigiunto ausiliario (MI: Major Inspection = ISPEZIONE PRINCIPALE)**

### 9.1.5 Operazione 22

#### Rimuovere la protezione del giunto di carico

- a. Per la rimozione delle protezioni dei giunti di carico sulla linea mediana orizzontale, con configurazione con giunto di dilatazione, procedere come segue:
  1. Rimuovere i bulloni della giunzione orizzontale dal coprigiunto.
  2. Rimuovere i bulloni della metà superiore della giunzione verticale dall'estremità (lato riduttore di carico) del coprigiunto.
  3. Predisporre i bulloni estrattori in modo da comprimere il giunto di dilatazione nel seguente modo: (vedere [Figura 137](#))
    - a. Saldare due dadi da 3/8" al lato anteriore della flangia verticale posteriore. Posizionare i dadi a 180 gradi di distanza in senso orizzontale tra i bulloni della flangia verticale, in modo da non interferire con la rimozione dei bulloni.

#### **ATTENZIONE**



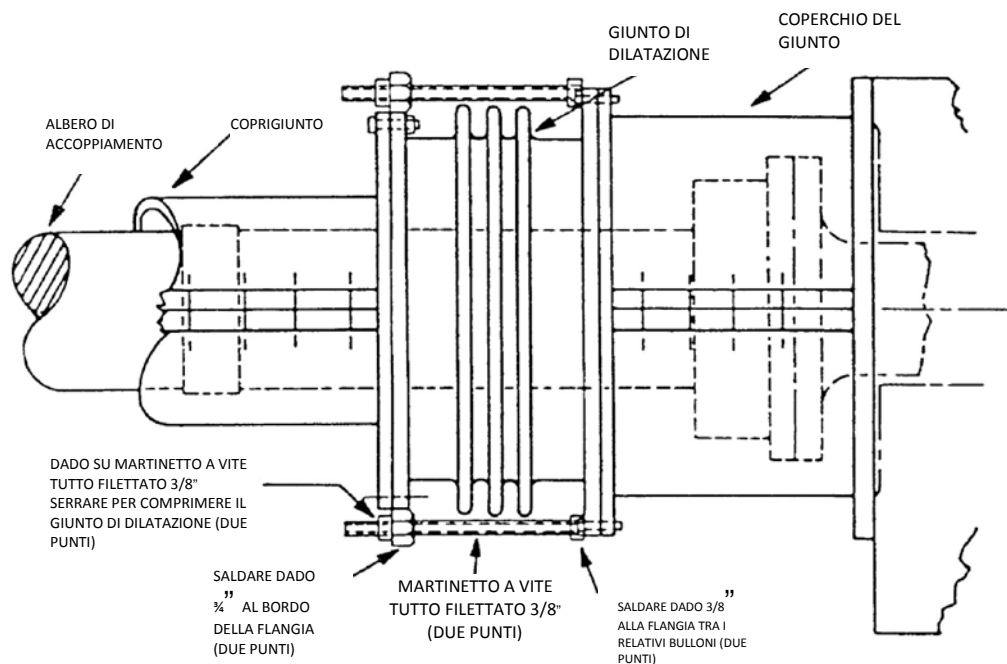
Proteggere l'area dei soffietti dalla formazione accidentale di archi durante la saldatura dei dadi alla flangia dei giunti di dilatazione.

- b. Saldare i dadi in modo da potervi avvitare una sezione da 3/8" dell'asta filettata, che si estenda orizzontalmente in avanti dalla flangia verticale posteriore e prosegua oltre la flangia verticale anteriore del giunto di dilatazione.
- c. Saldare due dadi da 3/4" al bordo della flangia anteriore del giunto di dilatazione, in modo che le aste filettate da 3/8" possano passarvi attraverso. Questi elementi agiranno da bussole, in modo che il giunto di dilatazione possa essere compresso, quando i dadi siano posizionati sull'estremità libera delle aste filettate e serrati. Vedere [Figura 136](#).
- d. Prima di serrare i bulloni estrattori filettati, in modo da comprimere il giunto di dilatazione, rimuovere tutti i bulloni della flangia verticale anteriore del giunto di dilatazione.
- e. Serrare i bulloni estrattori in misura uguale, in modo da comprimere il giunto di dilatazione solo quanto serve per rimuovere la metà superiore del coprigiunto.

**ATTENZIONE**

Non comprimere il giunto di dilatazione per più di ,500 pollici.

- f. Sollevare e staccare la metà superiore del coprigiunto centrale. Rimuovere la tubazione dell'olio e l'ugello atomizzatore. Coprire con un cappello o un coperchio tutte le tubazioni dell'olio aperte.
- g. Rimuovere i bulloni rimanenti del coprigiunto centrale per rimuovere la metà inferiore del coprigiunto.
- h. Rimuovere i bulloni dalla metà superiore del coprigiunto anteriore (in senso verticale e orizzontale). Rimuovere la metà superiore del coprigiunto anteriore.
- i. Rimuovere i bulloni rimanenti dalla flangia verticale della metà inferiore del coprigiunto anteriore. Rimuovere la metà inferiore del coprigiunto anteriore.
- j. Supportare il giunto di dilatazione e rimuovere i bulloni dalla flangia verticale posteriore. Spostare in avanti l'insieme per esporre i bulloni di accoppiamento. Supportare il giunto di dilatazione sul blocco sull'albero di accoppiamento per effettuare la rimozione.
- k. Pulire tutte le superfici di giunzione delle flange e rimuovere dai bulloni il composto anti-grippante.



**Figura 137 - MI-2 - Predisposizione e montaggio dei bulloni estrattori per la compressione del giunto di dilatazione della protezione del giunto di carico**

### 9.1.6 Operazione 23

#### **Rimuovere il giunto di carico, controllare e verificare l'allineamento**

- Contrassegnare la posizione di accoppiamento dell'albero della turbina con il manicotto di accoppiamento, dei due manicotti di accoppiamento con i mozzi di accoppiamento e dell'albero del riduttore di carico con il manicotto di accoppiamento. Vedere [Figura 138](#).
- Settare gli indicatori a quadrante per misurare in senso assiale il tratto dall'albero di accoppiamento al manicotto di accoppiamento. Spostare l'albero in senso assiale e annotare il gioco assiale. Il gioco assiale dovrebbe corrispondere ad almeno ,480 pollici. Registrare nel Rapporto di controllo.
- Settare due indicatori a quadrante per misurare in senso radiale il tratto dalla centratura superiore dell'albero di accoppiamento ai due manicotti di accoppiamento. Alzare l'albero di accoppiamento fra i manicotti e annotare il movimento radiale. Il movimento radiale non dovrebbe superare un massimo di 0,005 pollici. Registrare nel Rapporto di controllo. Vedere [Figura 138](#).

**ATTENZIONE**

Non è richiesta una forza eccessiva per sollevare il giunto fra i manicotti. L'albero e i mozzi di accoppiamento pesano circa 200 libbre. Non forzare con una leva la condotta di ritorno dell'olio sotto l'insieme del giunto. Proteggere il giunto durante il sollevamento con un blocco di legno o un'imbottitura presso il punto di sollevamento.

- d. Predisporre il sollevamento del giunto, supportandone il relativo carico mediante l'uso di fasce di sollevamento in nylon, paranchi a catena e tenditori a molinello, secondo quanto necessario. Fissare bene l'imbracatura, per supportare il peso dell'albero di accoppiamento, prima di rimuovere la bulloneria.

**NOTA**

Marcare e identificare i bulloni di accoppiamento e i dadi, in modo da poterli reinstallare nella stessa posizione.

- e. Rimuovere i bulloni e separare le metà delle flange del giunto con bulloni estrattori. I manicotti di accoppiamento possono essere controllati, durante il sollevamento mediante martinetti e la separazione, lasciando due dei bulloni di accoppiamento con i dadi allentati ma ancora in posizione, a 180 gradi di distanza in ciascuna flangia del giunto.
- f. Fissare bene l'imbracatura di sollevamento per accogliere l'intero peso del giunto e rimuovere gli ultimi quattro bulloni.
- g. Sollevare con cautela il giunto di carico, staccandolo dall'unità, in modo da non danneggiare i fronti delle flange. Poggiare il giunto in un'area di movimentazione materiali, su un pezzo di legno compensato o cartone pesante.
- h. Pulire tutti i dadi, i bulloni e i fronti delle flange. Riporre in sacchetti i dadi e i bulloni e stocarli con il giunto di carico.
- i. Controllare il giunto di carico e registrare le risultanze nel Modulo di controllo.

**NOTA**

Pulire i denti e l'albero di accoppiamento prima del controllo.



1. Controllare che le condizioni generali corrispondano a quelle iniziali.
2. Controllare le condizioni dei denti, verificandone l'usura eccessiva, la presenza di escoriazioni, usura da sfregamento, vaiolatura o denti rotti.

Si consiglia di consultare il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company durante l'esecuzione delle verifiche di allineamento.

- j. Applicare il dispositivo di allineamento e gli indicatori a quadrante all'albero della turbina e verificare l'allineamento della turbina con il riduttore di carico. Vedere [Figura 139](#). Fare riferimento ai Dati, Istruzioni per l'allineamento sul campo, nella sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica per le specifiche sull'allineamento. Registrare l'allineamento nel Rapporto di controllo.

### 9.1.7 Operazione 24

#### Rimuovere il giunto ausiliario, controllare e verificare l'allineamento

- a. Contrassegnare la posizione di accoppiamento dell'albero del riduttore con il manicotto di accoppiamento, dei due manicotti di accoppiamento con i mozzi di accoppiamento e dell'albero della turbina con il manicotto di accoppiamento. Vedere [Figura 138](#).
- b. Settare l'indicatore a quadrante per misurare in senso assiale il tratto dall'albero di accoppiamento al manicotto di accoppiamento. Spostare l'albero manualmente in senso assiale e annotare il gioco assiale. Il gioco assiale per i giunti a lubrificazione continua e i giunti a bagno d'olio dovrebbe corrispondere a un minimo di 540 pollici. Registrare il gioco assiale nel Modulo di controllo.
- c. Settare due indicatori a quadrante per misurare in senso radiale il tratto dalla centratura superiore dell'albero di accoppiamento ai due manicotti di accoppiamento. Alzare l'albero di accoppiamento fra i manicotti e annotare il movimento radiale. Il movimento radiale non dovrebbe superare un massimo di 0,005 pollici. Registrare la lettura del movimento radiale nel Modulo di controllo I3E/GT-FF-6008. Vedere [Figura 138](#).



#### **ATTENZIONE**

Non è richiesta una forza eccessiva per sollevare il giunto fra i manicotti. L'insieme del giunto e del mozzo ha un peso di circa 50 libbre.



#### **NOTA**

Marcare e identificare i bulloni di accoppiamento e i dadi, in modo da poterli reinstallare nella stessa posizione.

Se il giunto è del tipo a bagno d'olio, scaricare l'olio dal giunto prima di rimuovere i bulloni. Ruotare l'albero per orientare i fori di riempimento in senso verticale, rimuovere i tappi e raccogliere l'olio in un contenitore pulito, per un successivo controllo.

- d. Predisporre il sollevamento dell'albero di accoppiamento, usando fasce di sollevamento in nylon e un paranco a catena sul gancio della gru. Rimuovere i bulloni e i dadi e separare le metà delle flange del giunto.
- e. Sollevare con cautela e staccare il giunto ausiliario e posizionarlo in un'area di movimentazione materiali pulita.
- f. Pulire tutti i bulloni, i dadi e i fronti delle flange. Riporre in sacchetti i bulloni e i dadi e stocarli con il giunto.
- g. Controllare il giunto ausiliario e registrare le risultanze nel Modulo di controllo.



#### **NOTA**

Pulire i denti e l'albero di accoppiamento prima del controllo.

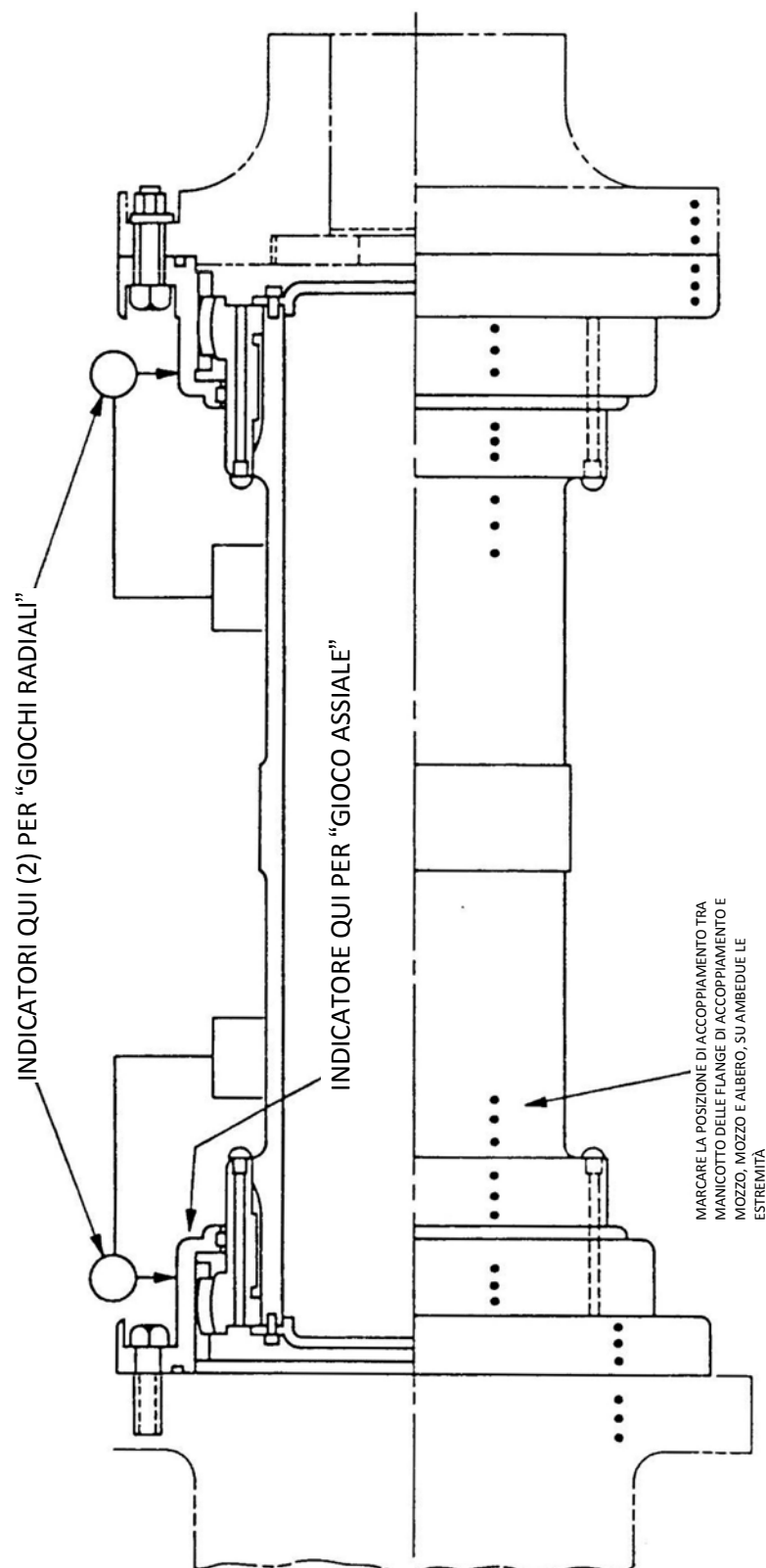
1. Controllare che le condizioni generali corrispondano a quelle iniziali.
2. Controllare le condizioni dei denti, verificandone l'usura eccessiva, la presenza di escoriazioni, vaiolatura, usura da sfregamento o denti rotti.
3. Controllare le condizioni delle guarnizioni di tenuta in caso di giunto a bagno d'olio.
4. Controllare le condizioni dell'olio in caso di giunto a bagno d'olio, verificando la presenza di particelle metalliche, morchia, tracce evidenti di surriscaldamento, ecc.

**NOTA**

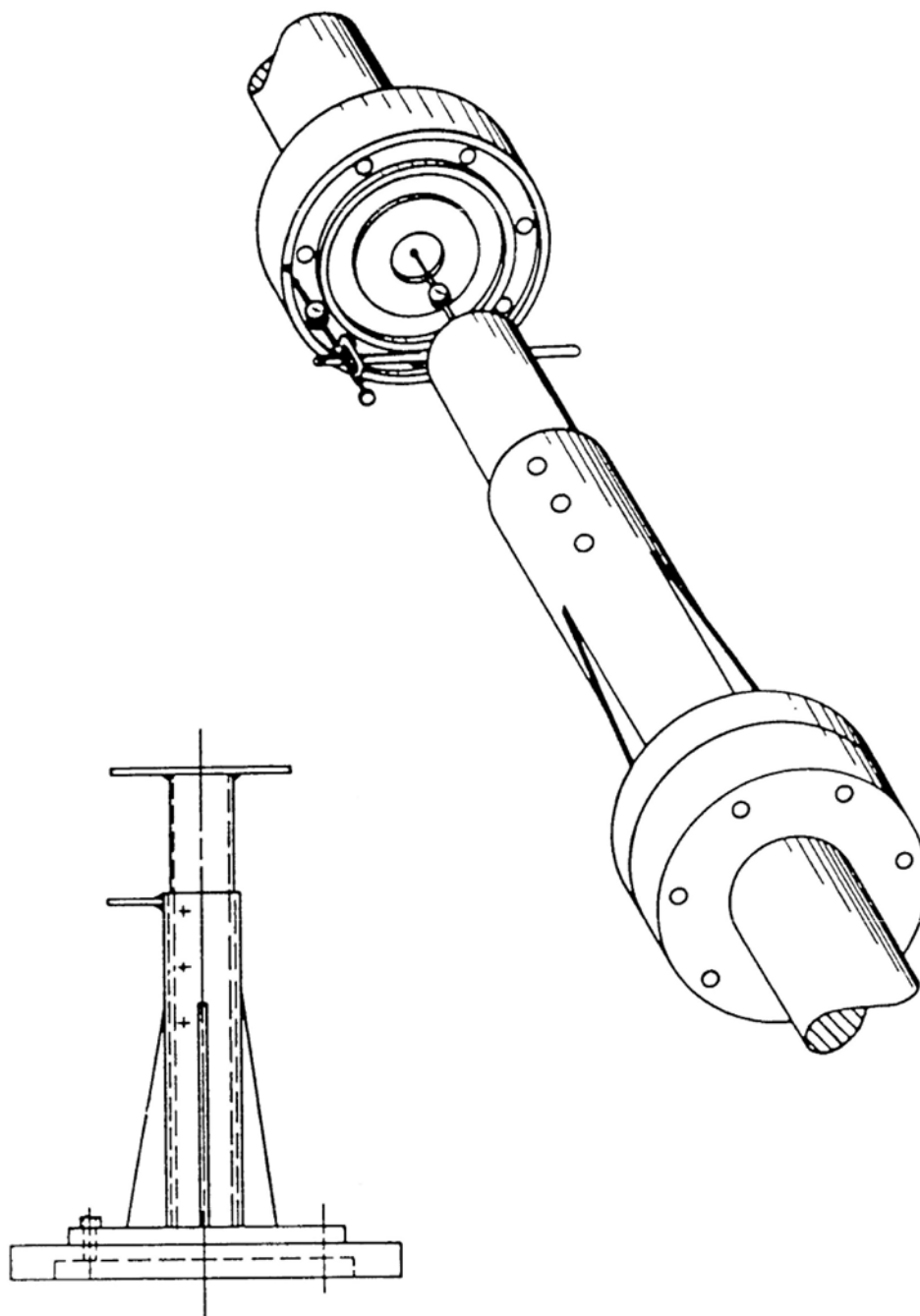
Si consiglia di consultare il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company durante l'esecuzione

delle verifiche di allineamento.

- h. Applicare il dispositivo di allineamento e gli indicatori a quadrante all'albero del riduttore e verificare l'allineamento del riduttore con la turbina. Vedere [Figura 139](#) . Fare riferimento alle Istruzioni, Allineamento, nella sezione dei Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica per le specifiche sull'allineamento. Registrare le letture dell'allineamento nel Rapporto di controllo.



**Figura 138 - MI-3 - Settaggio degli indicatori a quadrante per rilevare i giochi radiali e marcatura della posizione di accoppiamento dei giunti**



**Figure 139 - MI-4 - Settaggio del dispositivo di allineamento e degli indicatori a quadrante per le verifiche dell'allineamento**



### 9.1.8 Operazione 25

#### Eseguire verifiche iniziali del posizionamento del rotore

##### **NOTA**

È estremamente importante eseguire verifiche iniziali accurate del posizionamento del rotore, dal momento che le verifiche consentono di



ottenere una base di dati sul rapporto rotore-statore. I dati in questione possono essere confrontati con i giochi del compressore e della turbina e anche con le verifiche finali del posizionamento, dopo che le metà superiori delle casse siano state riposizionate. Le verifiche sul posizionamento del rotore devono essere effettuate con tutte le casse fissate in posizione con i bulloni e l'unità appoggiata sui relativi supporti.

- a. Sono presenti dispositivi consistenti in fori passanti sulla cassa del compressore, in modo che sia possibile rilevare, sul compressore al 5° e 15° stadio, i giochi di estremità del rotore del compressore. Registrare i giochi nel Rapporto di controllo.
- b. I giochi di estremità del compressore al 5° e 15° stadio vengono rilevati, rimuovendo i tappi collocati presso la centratura superiore e inferiore e a una distanza di diciotto (18) gradi da ogni giunzione orizzontale. Un numero marcato in prossimità delle svasature dei tappi indica lo spessore della cassa dal fondo della svasatura al diametro interno della cassa.
- c. Sono presenti fori passanti sulla cassa della turbina, in modo da poter rilevare i giochi del secondo stadio. I fori sono posizionati a una distanza di quindici (15) gradi dalla centratura verticale superiore e inferiore e quindici (15) gradi dalla giunzione orizzontale sul lato sinistro e destro. Un numero marcato in prossimità delle svasature dei tappi della condotta contribuisce a individuare le posizioni dei fori passanti. Il numero marcato in prossimità del tappo della condotta indica lo spessore del pulsante del dispositivo di misurazione del gioco dalla svasatura nel blocco dell'anello esterno all'estremità del dente di tenuta dell'anello.
- d. Per effettuare le verifiche sui giochi del compressore, rimuovere il tappo del foro passante e posizionare un adattatore nella svasatura lavorata a macchina della cassa del compressore. L'adattatore consentirà alla base del micrometro di profondità di poggiare ad angolo retto sulla cassa, in modo che l'asta del micrometro possa penetrare con precisione nel foro passante.

##### **ATTENZIONE**



L'adattatore può essere ricavato da un pezzo di tubo di diametro ,075 pollici lungo circa due pollici. Le estremità dovrebbero essere levigate per ottenere un parallelismo di ,0005 pollici. Per il settaggio tipico vedere [Figura 140](#).

- e. Usando il micrometro di profondità, misurare il tratto fino alla punta della pala. La misurazione corrisponderà alla distanza tra la punta della pala e l'estremità superiore dell'adattatore. Aggiungere la lunghezza dell'adattatore allo spessore della cassa, secondo il valore marcato sulla cassa in prossimità del foro. Sottrarre questa misura alla lettura del micrometro. Il risultato corrisponde al gioco di estremità. Vedere [Figura 140](#).

**ATTENZIONE**

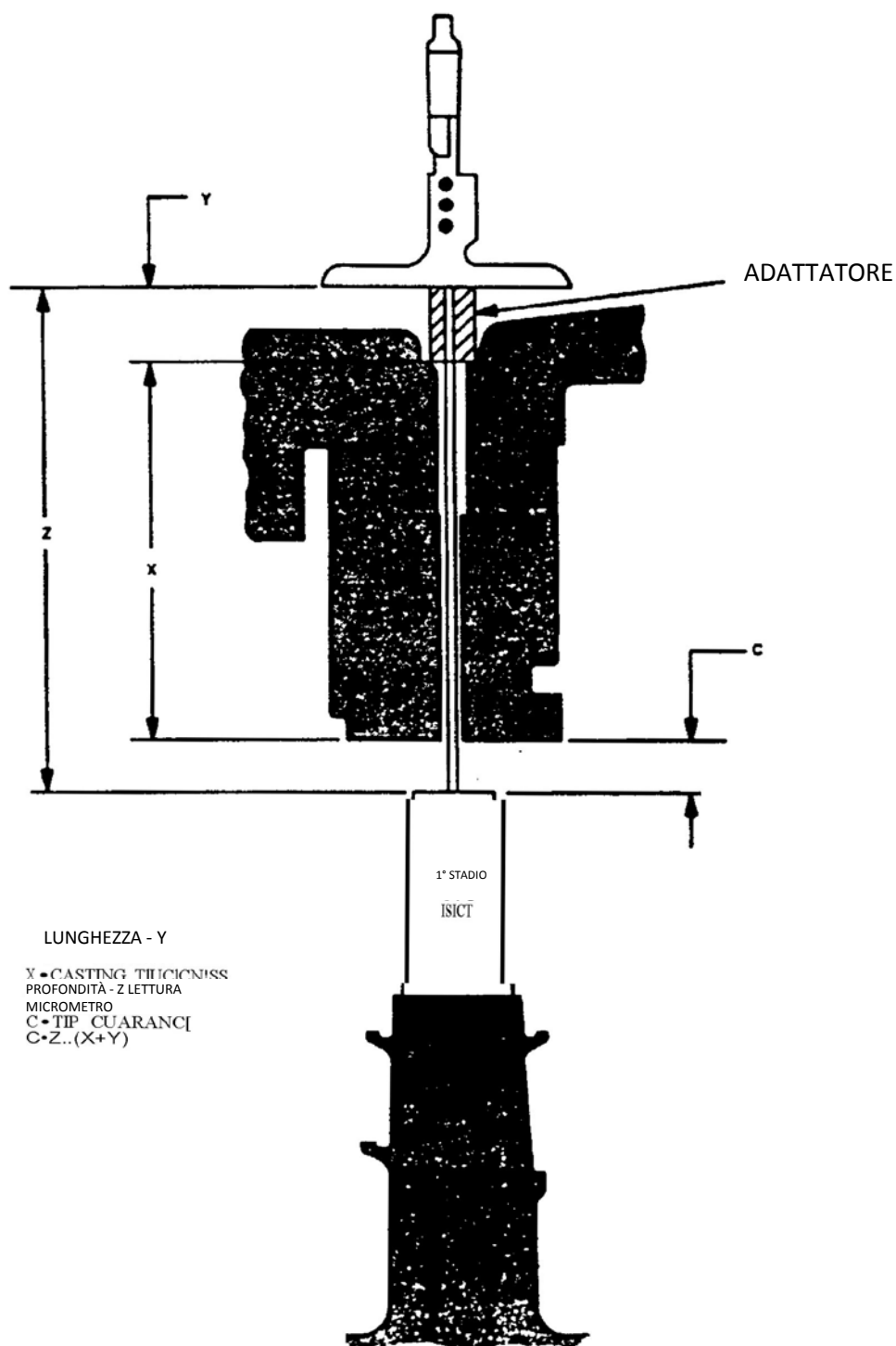
Non ruotare il rotore durante il processo di rilevazione dei giochi di estremità.

- f. Per effettuare le verifiche sui giochi della turbina, rimuovere il tappo della conduttura e posizionare un adattatore nella svasatura lavorata a macchina. L'adattatore consentirà alla base del micrometro di profondità di poggiare ad angolo retto sulla cassa, in modo che l'asta del micrometro possa penetrare con precisione nel foro passante.

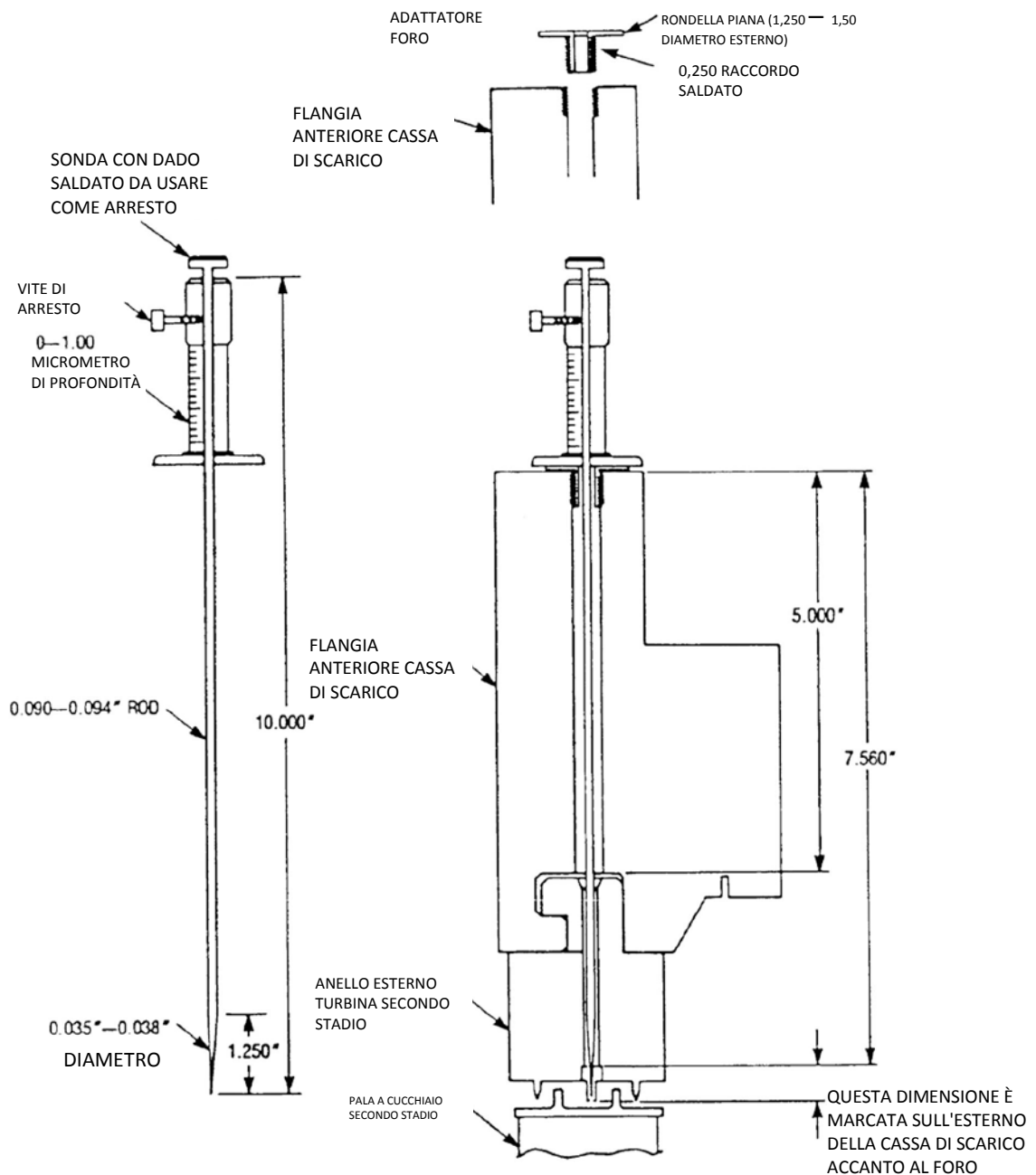
**NOTA**

Si richiede l'uso di un micrometro di profondità con una corsa di 0 - 1,00 pollici e un'asta di 10 pollici. L'adattatore si può ricavare da una rondella piana con un foro di ,250 pollici e un raccordo filettato di ,250 × 1.00, saldato alla rondella. Vedere [Figura 141](#) per il settaggio tipico di un adattatore e un micrometro di profondità.

- g. Usando il micrometro di profondità, inserire l'asta nel foro alesato nella flangia della cassa di scarico, fino a toccare il fondo, raggiungendo l'estremità superiore del pulsante del dispositivo di misurazione del gioco (per riferimento, la distanza dal diametro esterno della flangia della cassa di scarico all'estremità superiore del pulsante del dispositivo di misurazione del gioco è di circa 7,560 pollici). A questo punto regolare e azzerare il micrometro di profondità, manipolando il micrometro e l'asta per effettuare l'innesto nel foro del pulsante del dispositivo di misurazione del gioco (circa ,600 pollici), fino a raggiungere l'estremità superiore della pala a cucchiaio secondo stadio. Una volta effettuata la misurazione, sottrarre da tale valore la misura marcata sulla flangia della cassa di scarico in prossimità del foro passante (lunghezza del pulsante del dispositivo di misurazione del gioco), per ottenere il gioco effettivo. Registrare le letture nel Rapporto di controllo.



**Figura 140 - MI-5 - Sonda e adattatore tipici per posizionamento rotore**



**Figura 141 - MI-6 - Micrometro di profondità e adattatore tipici per verifiche del posizionamento del rotore**

### 9.1.9 Operazione 26

#### **Predisporre una fondazione solida e sistemare martinetti meccanici al di sotto delle casse dell'unità**

- a. Fare riferimento al Controllo delle parti calde, smontaggio Operazione 6, nelle presenti Istruzioni di controllo e manutenzione per la relativa procedura.

### 9.1.10 Operazione 27

#### **Rimuovere la metà superiore della cassa della turbina**

- a. Fare riferimento al Controllo delle parti calde, smontaggio Operazione 7, nelle presenti Istruzioni di controllo e manutenzione per la relativa procedura.

### 9.1.11 Operazione 28

#### **Rimuovere le piastre di tenuta flessibili della parete anteriore e posteriore della metà superiore del plenum di scarico**

- a. Applicare il liquido penetrante sui bulloni dei segmenti di bloccaggio.
- b. Identificare e/o contrassegnare la posizione delle piastre di tenuta flessibili e dei segmenti, al momento di effettuare la rimozione.
- c. Rimuovere i bulloni dei segmenti di bloccaggio, i segmenti di bloccaggio e le piastre di tenuta della metà superiore.

### 9.1.12 Operazione 29

#### **Rimuovere la parete anteriore del plenum di scarico e la parete anteriore del raccordo di scarico**

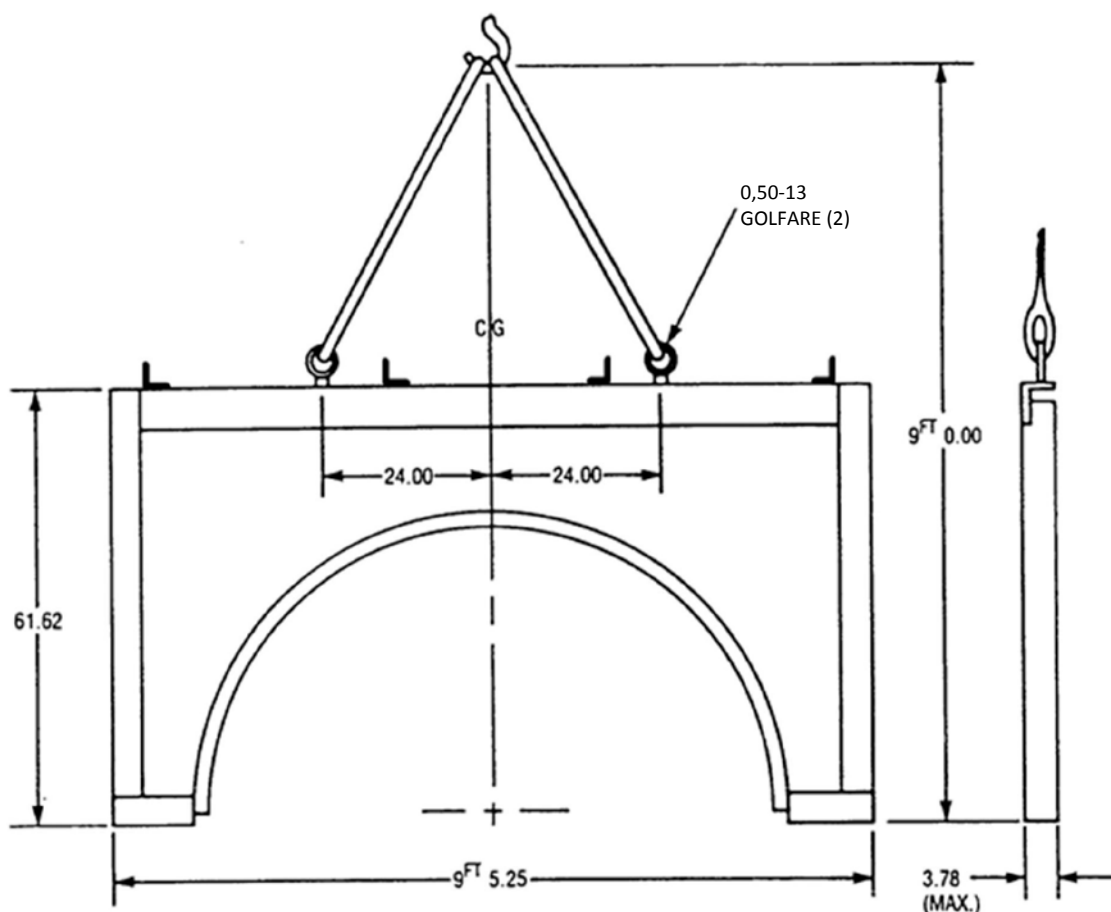
- a. Applicare il liquido penetrante a tutta la bulloneria.
- b. Predisporre il sollevamento, usando un paranco a catena, l'imbracatura e il grillo, per sollevare la parete anteriore del plenum. Fissare bene l'imbracatura; per supportare il peso, è possibile usare alcune travi a L, minimo 80x40 mm con spessore 6 mm, in modo da evitare che la parete del plenum di scarico si deformi. Vedere [Figura 142](#).
- c. Rimuovere la bulloneria, sollevare e staccare la parete del plenum, girarla, allontanandola dall'unità, e posizionarla su un'ideale armatura in legno.



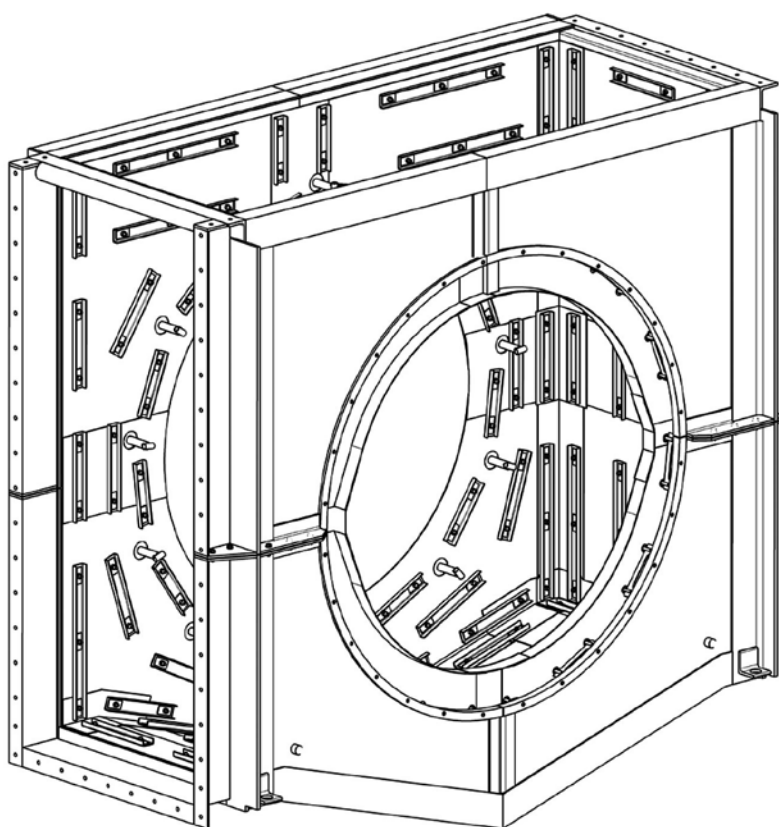
#### **NOTA**

L'uso di un martinetto dall'interno del plenum di scarico può essere richiesto, per spostare la parete dalla sua posizione prima del sollevamento.

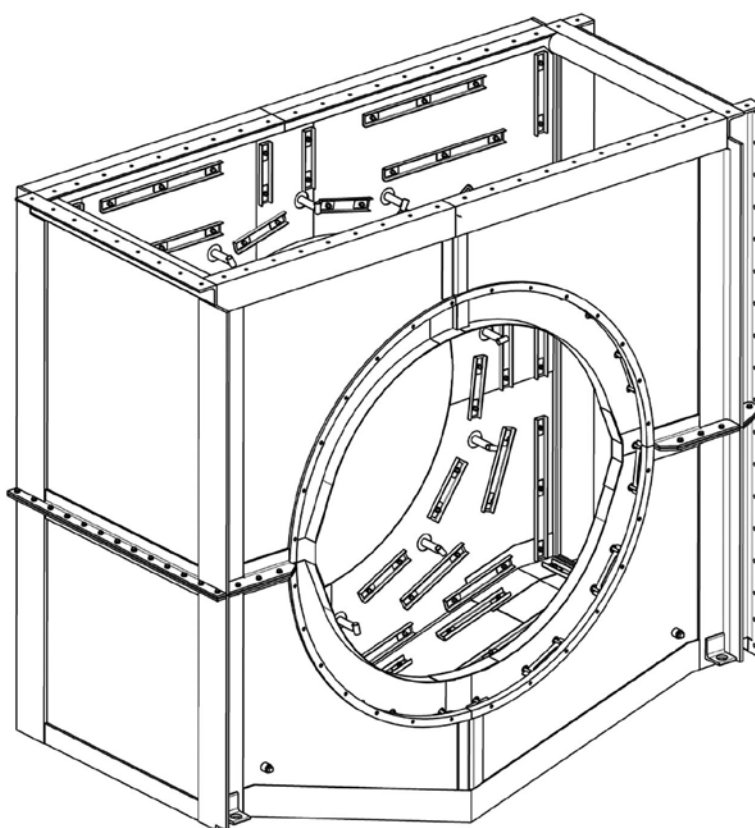
- d. Predisporre il sollevamento, usando un paranco a catena, l'imbracatura e il maniglione, per sollevare la parete anteriore del raccordo di scarico.
- e. Rimuovere la bulloneria, sollevare la parete del raccordo, allontanandola dall'unità, e posizionarla su un'ideale armatura in legno.



**Figura 142 - MI-7- Predisposizione del sollevamento per parete plenum di scarico**



**Figura 143 - MI-7a - Plenum di scarico lato sinistro**



**Figura 144 - MI-7b - Plenum di scarico lato destro**



### 9.1.13 Operazione 30

**Rimuovere la metà superiore del diffusore di scarico (alette deviatrici) (vedere [Figura 145](#) )**

- a. Disconnettere e applicare i contrassegni di sicurezza ai cavi provenienti dal meccanismo di scatto per sovravelocità, dal sensore di vibrazione e dai sensori di velocità "pickup" magnetici.
- b. Rimuovere i bulloni e il dispositivo di scatto per sovravelocità e l'interruttore di velocità eccessiva dalla sede del cuscinetto numero 4. Coprire l'apertura nella sede del cuscinetto e coprire il meccanismo di scatto per sovravelocità, sistemandolo in un'area appropriata, in modo da proteggerlo da eventuali danni.
- c. Identificare e rimuovere il sensore di vibrazione dal cuscinetto numero 4. Fasciare il pickup per proteggerlo e stoccarlo in un'area idonea, in modo che non si danneggi.
- d. Rimuovere le piastre di tenuta posteriori tra la sede dei cuscinetti e la sezione delle alette deviatrici.
- e. Operando dall'interno del plenum di scarico, rimuovere tutta la bulloneria orizzontale interna delle flange delle alette deviatrici.



#### **NOTA**

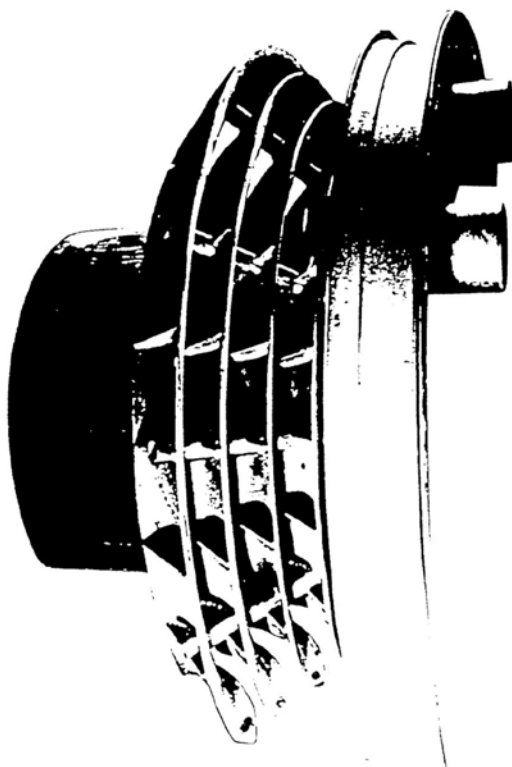
Potrebbe essere necessario usare un cannello da taglio per rimuovere la bulloneria. Prestare attenzione a evitare di danneggiare le flange o i fori dei bulloni.

- f. Rimuovere la bulloneria verticale interna della flangia della metà superiore.
- g. Rimuovere i sei (6) bulloni verticali esterni della flangia della metà superiore del diffusore.
- h. Predisporre il sollevamento del diffusore, usando paranchi a catena, morsetti tirafilo, cavi e maniglioni, dall'interno del plenum di scarico, in modo da poterlo spostare, facendolo indietreggiare attraverso la parete del plenum di scarico. Mentre il diffusore viene fatto indietreggiare, potrebbe essere necessario regolare l'imbracatura, per permettere la rimozione completa dal plenum di scarico.

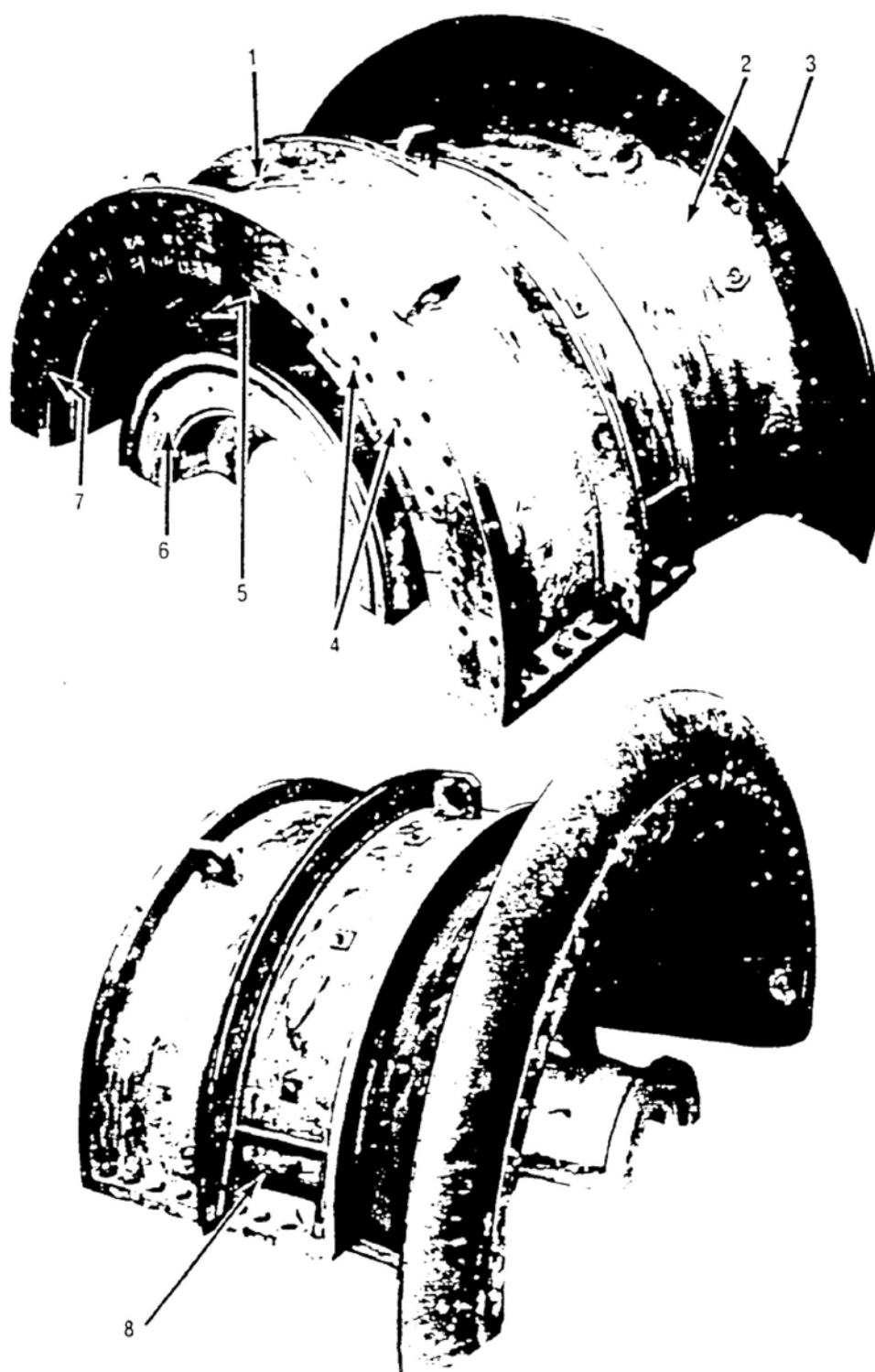
### 9.1.14 Operazione 31

**Rimuovere la metà superiore della cassa di scarico (vedere [Figura 146](#) )**

- a. Identificare le piastre di copertura della giunzione orizzontale per le piastre superiori e inferiori sul lato sinistro e le piastre superiori e inferiori sul lato destro. Rimuovere le piastre di copertura per esporre la bulloneria della giunzione orizzontale. Rimuovere tutti i bulloni della giunzione orizzontale esterna.
- b. Rimuovere la flangia anteriore della metà superiore del cuscinetto numero 4 verso i bulloni verticali della flangia posteriore del deflettore interno.
- c. Rimuovere le piastre di copertura (finestre) sul lato sinistro e destro della metà superiore della cassa di scarico interna, in modo da accedere al deflettore interno e ai bulloni della giunzione orizzontale della cassa interna.
- d. Rimuovere il deflettore interno e i bulloni della giunzione orizzontale della cassa interna.
- e. Predisporre il sollevamento, usando un paranco a catena, i cavi e il maniglione, per sollevare la cassa di scarico. Vedere [Figura 147](#).
- f. Installare i bulloni estrattori e sollevare con il martinetto la cassa di scarico, allentandola. Installare i perni di guida e sollevare la cassa di scarico, staccandola dall'unità e posizionandola su un'adeguata armatura in legno.



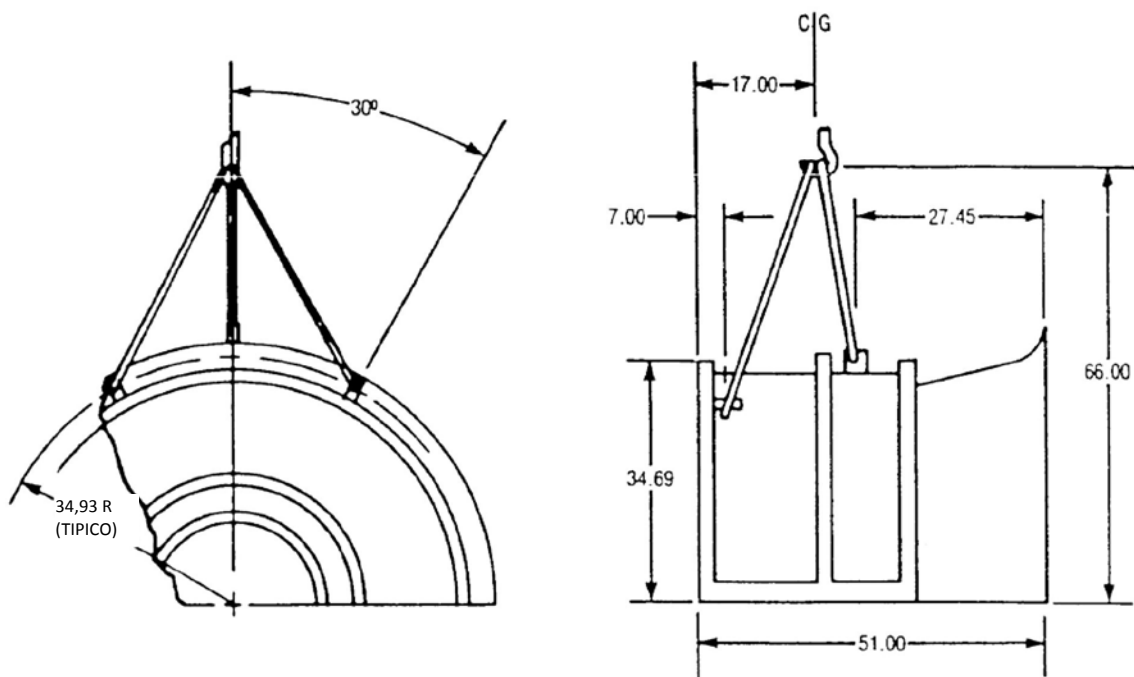
**Figura 145 - MI-8 - Insieme diffusore di scarico. Metà superiore**



**Figura 146 - MI-9 - Viste della metà superiore della cassa di scarico**

**LEGENDA**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | DEFLETTORE ESTERNO.  |
| 2 | DIFFUSORE ESTERNO.   |
| 3 | DEVIATORE.   |
| 4 | FORI PER IL RAFFREDDAMENTO AD ARIA FORZATA DEI MONTANTI.     |
| 5 | MONTANTI.  |
| 6 | DEFLETTORE INTERNO.  |
| 7 | SEGMENTO ANELLO - RUOTA TURBINA 2° STADIO.                   |
| 8 | POSIZIONE PIASTRA DI COPERTURA GIUNZIONE ORIZZONTALE ESTERNA |



**Figura 147 - MI-10 - Predisposizione del sollevamento per metà superiore cassa di scarico**

### 9.1.15 Operazione 32

**Rimuovere la cassa di scarico del compressore e la metà superiore del deflettore interno (vedere [Figura 148](#))**

- a. Rimuovere i tre bulloni senza dado da ,750-10 × 2,250 pollici dalla flangia verticale del deflettore interno. In questo modo il deflettore interno verrà rilasciato dalla cassa di scarico del compressore.

**NOTA**

Il deflettore interno della cassa di scarico è fissato mediante bulloni presso il giunto orizzontale. I bulloni in questione non possono essere rimossi, fino a quando non sia stata rimossa la cassa di scarico del compressore.

- b. Rimuovere i bulloni della giunzione orizzontale e verticale della cassa di scarico del compressore.
- c. Predisporre il sollevamento, usando un paranco a catena, per alzare la metà superiore della cassa di scarico del compressore e della cassa posteriore. Installare i perni di guida e i bulloni estrattori. Vedere [Figura 149](#).
- d. Usando i bulloni estrattori, sollevare con il martinetto la cassa, staccandola dalla giunzione orizzontale. Mantenere in piano la cassa durante il sollevamento con il martinetto.
- e. Sollevare la cassa, usando il paranco a catena, staccandola dalla palettatura del compressore e allontanandola dall'unità.
- f. Posizionare la cassa su un blocco idoneo, per proteggere le flange e la palettatura da possibili danni.
- g. Rimuovere i bulloni della giunzione orizzontale dal deflettore interno della cassa di scarico del compressore.

**NOTA**

I bulloni estrattori per il deflettore interno non sono forniti in dotazione. Sulla giunzione orizzontale sono presenti quattro caviglie (due per ogni lato). Può essere necessario usare un cuneo ad apertura lenta su ogni lato, per liberare il deflettore dalle caviglie.

- h. Predisporre il sollevamento del deflettore interno, usando un paranco a catena, e alzare il deflettore, staccandolo dall'unità. Posizionare il deflettore interno su un blocco idoneo, per proteggere le flange.

**9.1.16 Operazione 33****Rimuovere la metà superiore del plenum d'ingresso**

- a. Rimuovere tutti i bulloni della giunzione orizzontale e verticale dalla metà superiore del plenum d'ingresso.
- b. Inserire il plenum e installare un rinforzo di irrigidimento di legno 2 x 4 tra le pareti anteriore e posteriore del plenum. Il rinforzo eviterà che le pareti del plenum possano piegarsi verso l'interno durante il sollevamento.
- c. Predisporre il sollevamento, usando un paranco a catena e i cavi, per sollevare il plenum, mantenendolo in piano. Vedere [Figura 150](#).
- d. Sollevare il plenum, staccandolo dall'unità, e posizionarlo su un'armatura di legno idonea.

**9.1.17 Operazione 34****Rimuovere la metà superiore della cassa di ammissione e della cassa anteriore del compressore (vedere [Figura 151](#))**

- a. Rimuovere i bulloni e i bulloni a espansione della giunzione orizzontale. Identificare la posizione dei bulloni a espansione.
- b. Rimuovere i due bulloni a brugola nel passaggio dell'aria della cassa (uno su ciascun lato).
- c. Predisporre il sollevamento, usando un paranco a catena, per alzare in linea retta la metà superiore della cassa di ammissione. Vedere [Figura 152](#).

**NOTA**

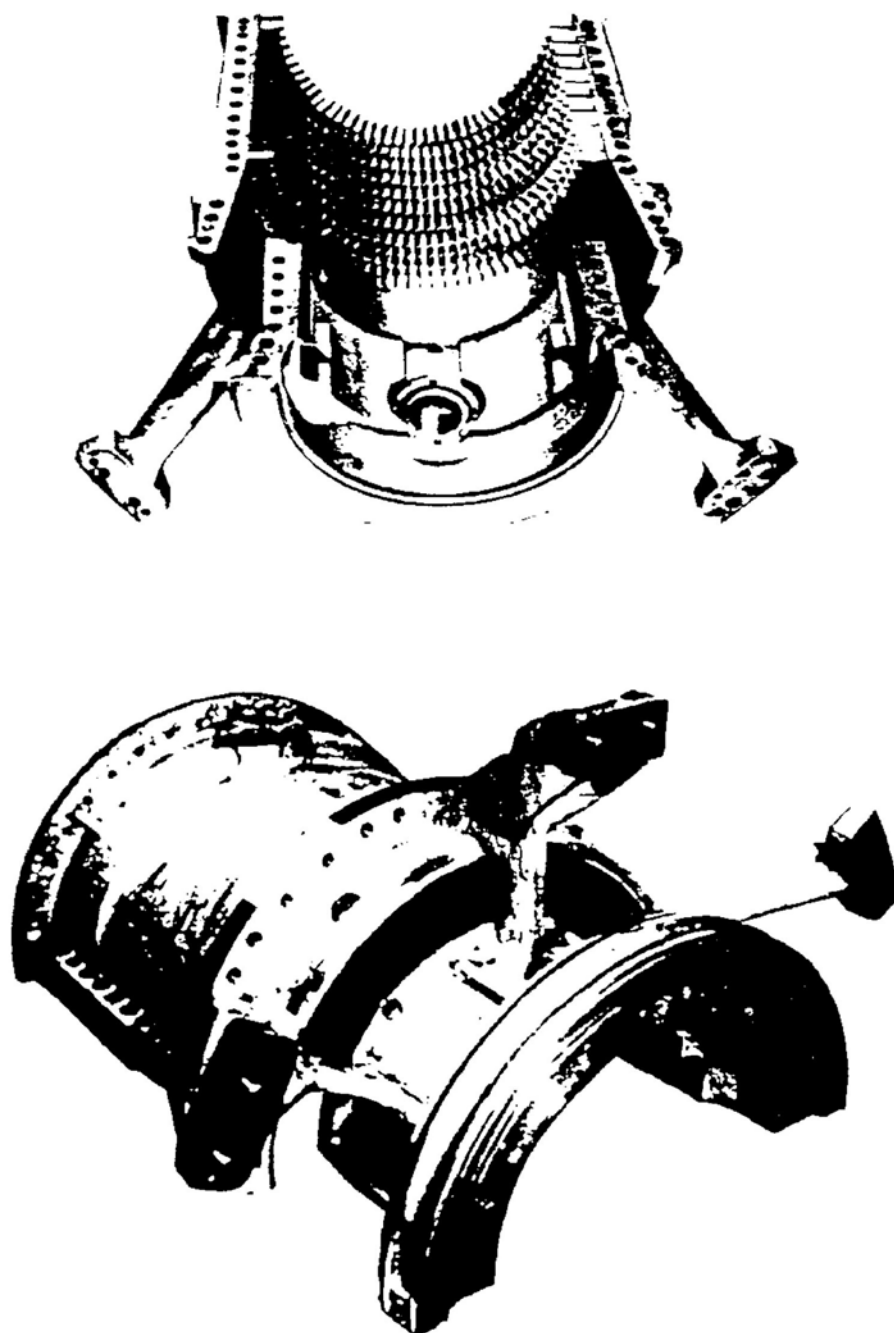
In mancanza di orecchioni di sollevamento, usare lo specifico golfare, fornito con gli attrezzi speciali.

Fare riferimento a [Paragrafo 2](#) , Procedure standard, sezione Attrezzi speciali.

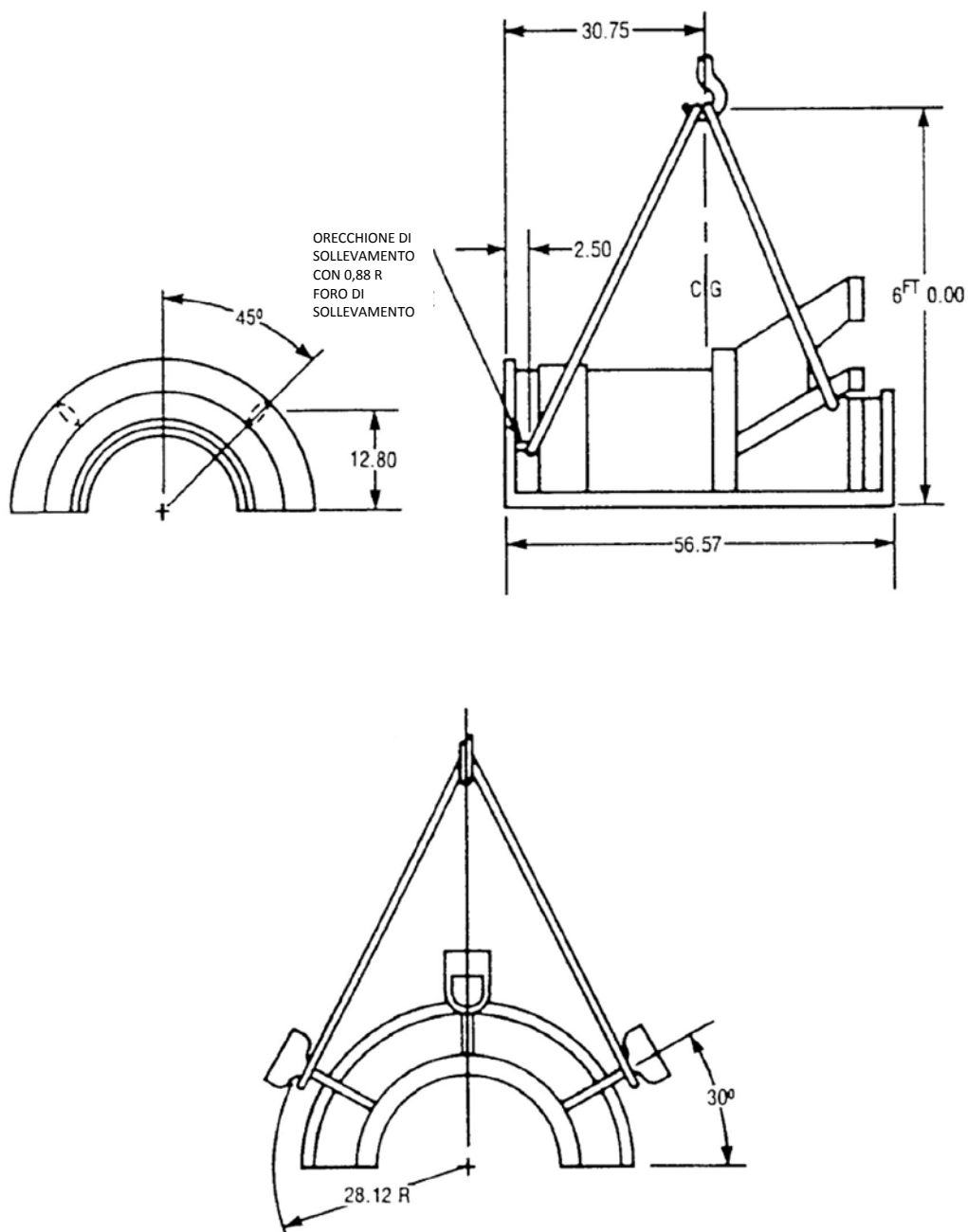
- d. 4 Installare i bulloni estrattori e sollevare la cassa con il martinetto, staccandola dalla giunzione orizzontale. Installare i perni di guida e, usando il paranco a catena, alzare la cassa per liberare la palettatura del compressore. Sollevare e staccare dall'unità e posizionare la cassa su un'armatura di legno idonea, nella posizione verticale prevista per il controllo.

**ATTENZIONE**

Non lasciare che la cassa oscilli colpendo il rotore durante il sollevamento.

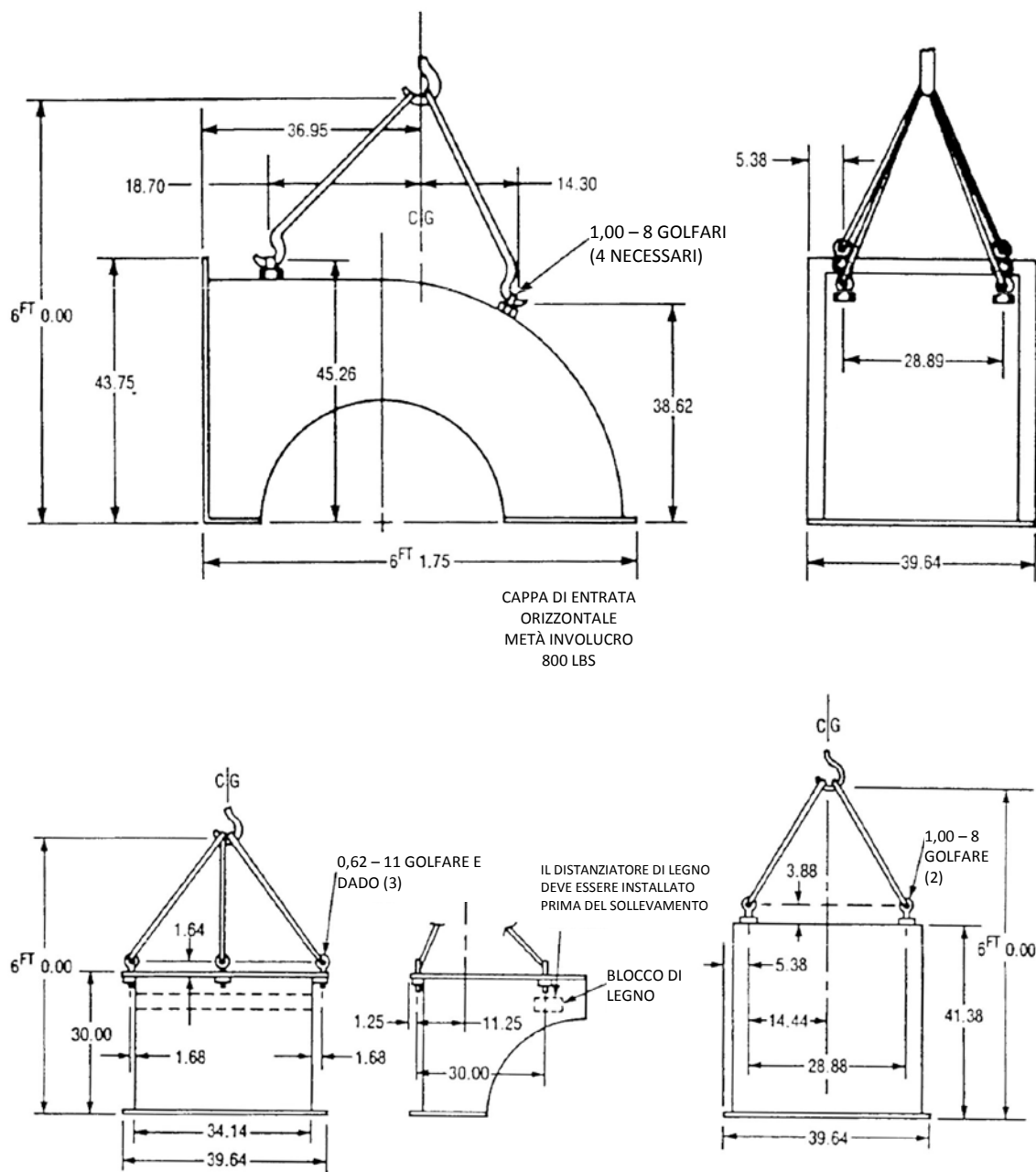


**Figura 148 - MI-11 - Metà superiore della cassa di scarico del compressore**

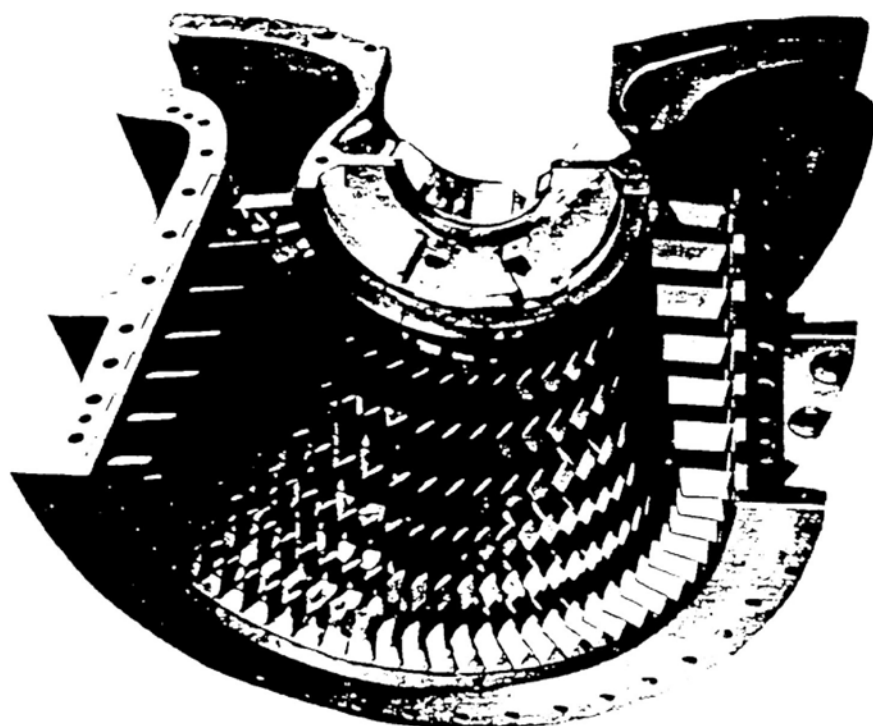


**Figura 149 - MI-12 - Predisposizione del sollevamento per la metà superiore della cassa di scarico del compressore**

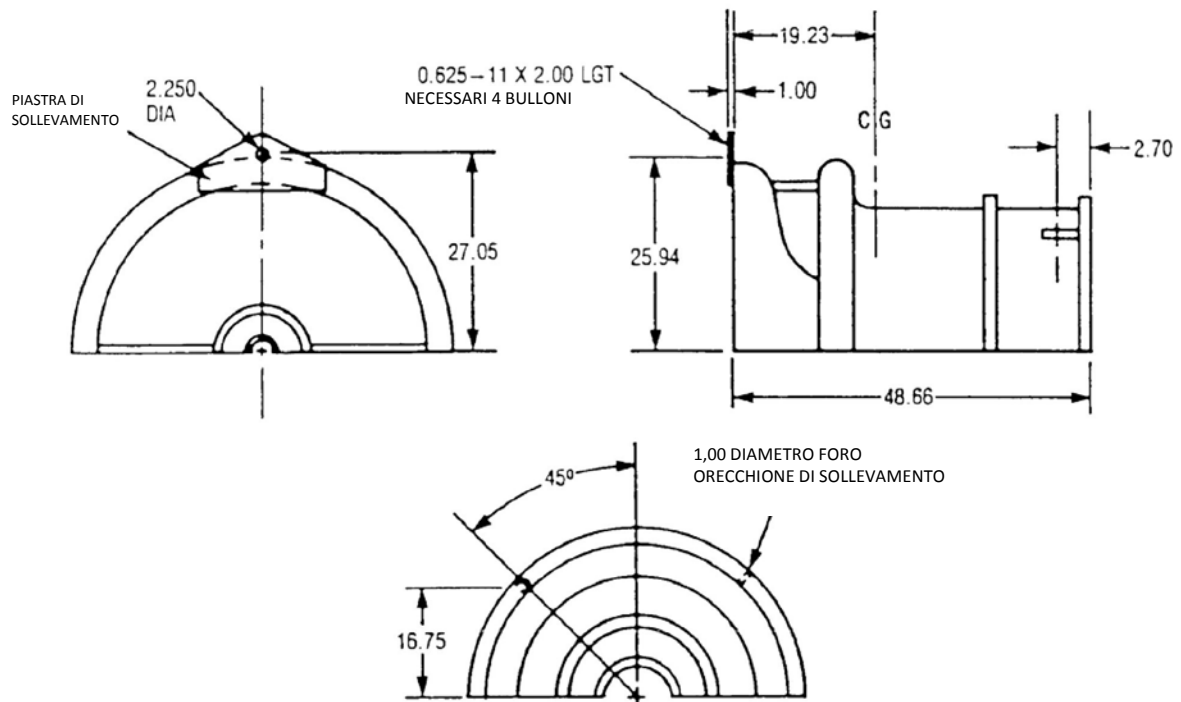




**Figura 150 - MI-13 - Predisposizione del sollevamento per la metà superiore del plenum d'ingresso**



**Figura 151 - MI-14 - Metà superiore cassa di ammissione del compressore**



**Figura 152 - MI-15 - Predisposizione del sollevamento per la metà superiore della cassa d'ammissione**

### 9.1.18 Operazione 35

#### Verificare i giochi del compressore

- a. Si consiglia di rilevare i giochi del compressore sotto la supervisione del Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company. Il monitoraggio accurato del gioco interno della turbina a gas è di importanza critica. A ogni rimozione delle casse del compressore si dovrebbero accertare i giochi interni, richiamati nel Modulo di controllo. Gli eventuali giochi, che non rispettino le tolleranze specificate, secondo quanto indicato nel "Diagramma sui giochi dell'unità", all'interno della sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica, dovrebbero essere riferiti, prima della rimozione delle parti, al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company, qualora si rendano necessarie "Nuove verifiche". I dati saranno confrontati con i dati originali sui giochi delle unità, in modo da determinare gli eventuali interventi correttivi.
- b. I giochi del compressore sono misurati con il rotore in posizione completamente avanzata (verso l'ingresso) contro la superficie di spinta anteriore. Sollevare il rotore verso l'ingresso con il martinetto e registrare i giochi sul Modulo di controllo.

**NOTA**



Usare gli spessimetri solo durante il rilevamento dei giochi di estremità. Non usare calibri per conicità, in quanto possono scendere fino in fondo lungo la curvatura della cassa e dare letture erranee.

- c. Rilevare i giochi del compressore nel seguente modo:
  1. Rilevare tutti i giochi di estremità delle pale degli stadi dello statore del compressore.
  2. Rilevare tutti i giochi di estremità delle pale degli stadi del rotore del compressore.
  3. Rilevare i giochi delle pale dello statore relativamente alle alette direttrici di uscita.
  4. Rilevare i giochi radiali e assiali presso lo spurgo intermedio (guarnizione di tenuta alta pressione) del rotore del compressore.
- d. Montare un indicatore a quadrante sulla sede del cuscinetto n. 1, per misurare il movimento assiale del rotore di alta pressione.
- e. Sollevare il rotore con il martinetto all'indietro, verso la turbina di bassa pressione, annotando allo stesso tempo il movimento del rotore con l'indicatore a quadrante, montato sulla sede del cuscinetto n. 1. Non è inusuale che il rotore si possa muovere all'improvviso, accompagnato da un colpo. Il movimento del rotore dovrebbe richiedere solo poche centinaia di libbre-forza. Con la dovuta cautela nell'uso, è possibile adoperare un palanchino di grandi dimensioni al posto del martinetto idraulico.

**NOTA**



Proteggere la faccia anteriore del rotore con un blocco di legno durante il sollevamento con martinetto o palanchino.

- f. Impostare di nuovo la lettura dell'indicatore a quadrante sullo zero e riposizionare il martinetto o il palanchino, per spingere il rotore nella direzione opposta. (Anche in questo caso, proteggere la faccia posteriore del rotore con un blocco di legno). Sollevare con il martinetto o il palanchino il rotore in avanti (verso l'ingresso) e annotare il movimento sull'indicatore a quadrante. Registrare il movimento nel Modulo di controllo.
- g. Ripetere le fasi **e** ed **f** due volte, per confermare la precisione/ripetibilità delle letture relative alla spinta.

### **9.1.19 Operazione 36**

#### **Rimuovere la metà superiore della sede del cuscinetto numero 2 (vedere [Figura 153](#) )**

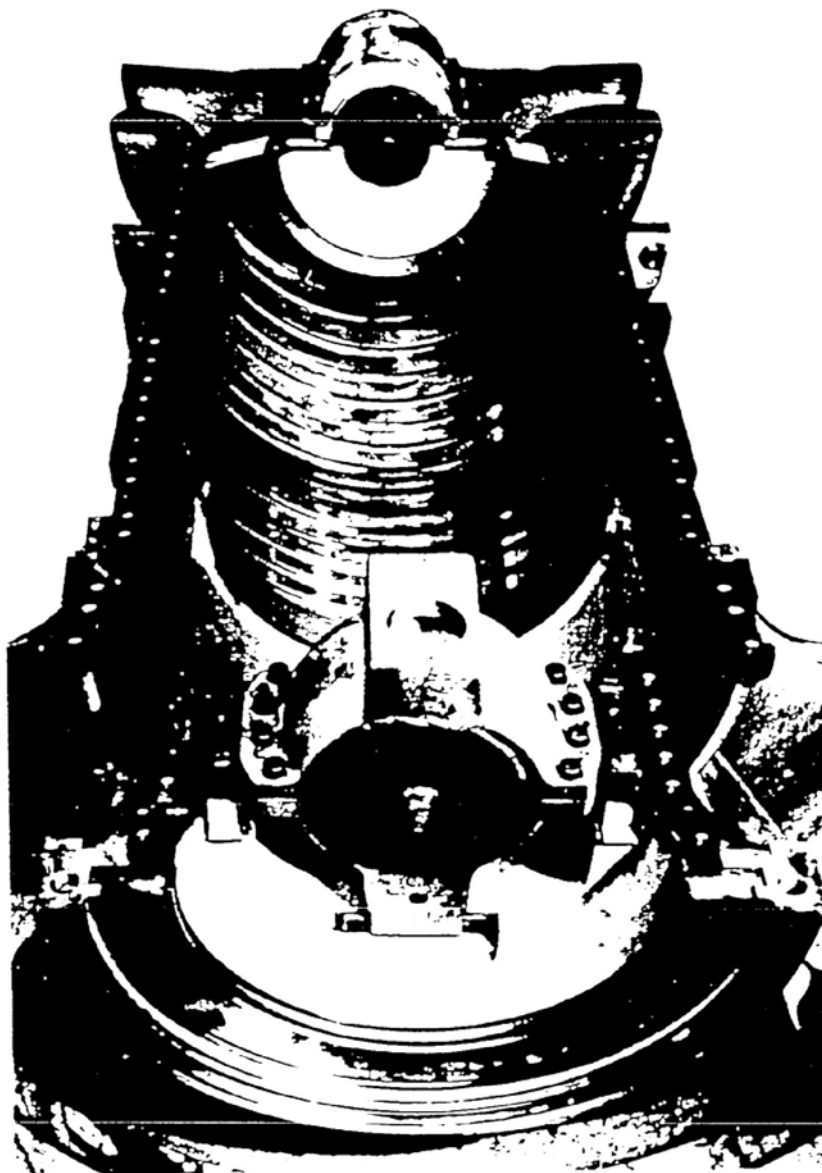
- a. Rimuovere i bulloni e le spine di riferimento della giunzione orizzontale.
- b. Installare golfari, bulloni estrattori e perni di guida nella sede e predisporre il sollevamento con cavi e paranco a catena.
- c. Usando i bulloni estrattori e il paranco a catena, sollevare con cautela la sede del cuscinetto in linea retta, per staccarla dal rotore. Allontanare la sede del cuscinetto dall'unità e posizionarla su un blocco idoneo, per il relativo controllo e per proteggere le guarnizioni di tenuta e le flange.
- d. Rimuovere la metà superiore del portacuscinetto.
- e. Identificare e fasciare il portacuscinetto per proteggerlo.

- f. Rilevare e registrare i giochi e le condizioni della guarnizione di tenuta dell'olio nel Modulo di controllo.
- g. Estrarre, identificare e fasciare le guarnizioni di tenuta della metà inferiore per proteggerle.

**ATTENZIONE**

Le guarnizioni di tenuta sono realizzate in materiale morbido e possono essere facilmente danneggiate, se non si presta la dovuta attenzione al processo di estrazione.

- h. Coprire la metà inferiore della sede del cuscinetto aperta.



**Figura 153 - MI-16 - Vista delle sedi dei cuscinetti n. 1 e n. 2 installate nelle casse dello statore del compressore**

### 9.1.20 Operazione 37

**Rimuovere la metà superiore della sede del cuscinetto numero 1 (vedere [Figura 153](#) )**

- a. Disconnettere e rimuovere il sensore di vibrazione. Identificare la posizione del sensore.
- b. Disconnettere e identificare i conduttori isolati dei pickup magnetici. Togliere i bulloni e rimuovere l'anello distanziatore del pickup magnetico dalla sede del cuscinetto.



#### **NOTA**

Non rimuovere i pickup magnetici dal distanziatore.

- c. Rimuovere i bulloni, i bulloni a espansione e le spine di riferimento della giunzione orizzontale.
- d. Installare golfari, bulloni estrattori e perni di guida nella sede. Predisporre il sollevamento della sede con paranco a catena e cavi.
- e. Usando i bulloni estrattori e il paranco a catena, sollevare con cautela la sede del cuscinetto in linea retta, per staccarla dal rotore. Allontanare la sede del cuscinetto dall'unità e posizionarla su un blocco idoneo, per il relativo controllo e per proteggere il portacuscinetto, le guarnizioni di tenuta e le flange.
- f. Rilevare e registrare i giochi e le condizioni delle guarnizioni di tenuta nel Rapporto di controllo ISE/GT- FF-6043.
- g. Rimuovere il portacuscinetto, le gabbie e i pattini anteriori e posteriori del cuscinetto reggispinta.
- h. Identificare e fasciare le parti per proteggerle.
- i. Estrarre, identificare e fasciare le guarnizioni di tenuta della metà inferiore per proteggerle.



#### **ATTENZIONE**

Le guarnizioni di tenuta sono realizzate in materiale morbido e possono essere

facilmente danneggiate, se non si presta la dovuta attenzione al processo di estrazione.

- j. Coprire la metà inferiore della sede del cuscinetto aperta.

### 9.1.21 Operazione 38

**Rimuovere il rotore di alta pressione della turbina e la metà inferiore dei portacuscinetti n. 1 e n. 2**

- a. Usando i paranchi a catena, predisporre il sollevamento in piano del rotore di alta pressione. Vedere [Figura 154](#) . Qualora non sia disponibile una barra distanziatrice, si dovrà usare un blocco, per mantenere i cavi staccati dalle pale a cucchiaio della turbina e dalle pale del compressore.

### **NOTA**



1. I blocchi non dovrebbero poggiare contro le pale a cucchiaino o le pale.
2. Tutti i cavi dovrebbero essere gommati.
3. Usare un elemento di protezione in lamiera sottile per le pale a cucchiaino e le pale.
4. I cavi per il sollevamento del rotore dovrebbero essere in posizione verticale.

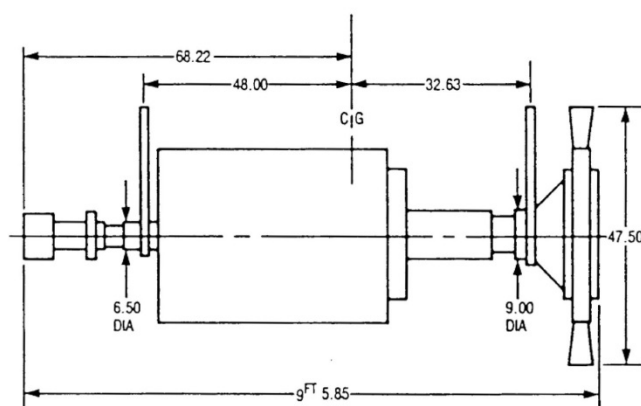
- b. Usare paranchi a catena, fissati alla gru, per il sollevamento iniziale. Assicurarsi che il rotore sia in piano, posizionandovi sopra una livella da meccanico. Prestando la massima attenzione, sollevare il rotore verticalmente, per staccarlo dalla palettatura dello statore.



### **ATTENZIONE**

Il rotore deve essere mantenuto sempre stabile durante il sollevamento iniziale, dal momento che qualsiasi oscillazione potrebbe causare notevoli danni alle pale dello statore e del rotore.

- c. Una volta che il rotore sia staccato dalla palettatura dello statore, usare la gru per completare il sollevamento. Allontanare il rotore dall'unità e abbassarlo su un supporto o un'armatura di legno appositi.
- d. Estrarre la metà inferiore dei portacuscini dalle sedi dei cuscinetti n. 1 e n. 2.
- e. Identificare e fasciare i portacuscini per proteggerli.



**Figura 154 - MI-17- Predisposizione del sollevamento per rotore di alta pressione**



### 9.1.22 Operazione 39

#### Verifica e registrazione dei giochi di spinta del rotore di bassa pressione

- a. Sollevare il rotore con il martinetto in avanti, verso la turbina di alta pressione, annotando allo stesso tempo il movimento del rotore con l'indicatore a quadrante, montato sulla sede del cuscinetto n. 4. Non è inusuale che il rotore si possa muovere all'improvviso, accompagnato da un colpo. Il movimento del rotore dovrebbe richiedere solo poche centinaia di libbre-forza. Con la dovuta cautela nell'uso, è possibile adoperare un palanchino di grandi dimensioni al posto del martinetto idraulico.



#### **NOTA**

Proteggere la faccia anteriore del rotore con un blocco di legno durante il sollevamento con martinetto o palanchino.

- b. Impostare di nuovo la lettura dell'indicatore a quadrante sullo zero e riposizionare il martinetto o il palanchino, per spingere il rotore nella direzione opposta. (Anche in questo caso, proteggere la faccia posteriore del rotore con un blocco). Sollevare con il martinetto o il palanchino il rotore all'indietro (verso l'estremità dello scarico) e annotare il movimento sull'indicatore a quadrante. Registrare il movimento nel Rapporto di controllo.
- c. Ripetere le fasi **a** e **b** due volte, per confermare la precisione/ripetibilità delle letture relative alla spinta.

### 9.1.23 Operazione 40

#### Rimuovere la metà superiore della sede del cuscinetto n. 3 (vedere [Figura 155](#))

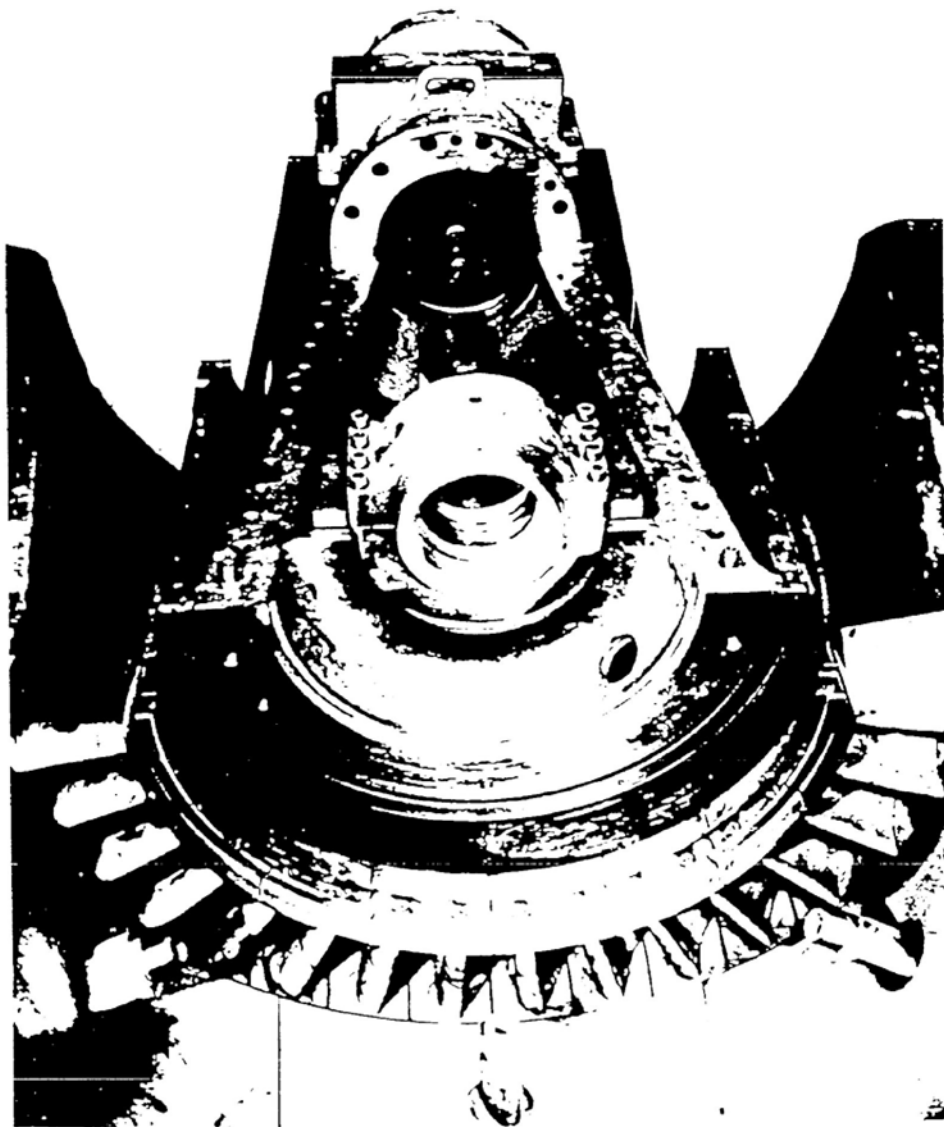
- a. Rimuovere i bulloni e le spine di riferimento della giunzione orizzontale.
- b. Installare golfari, bulloni estrattori e perni di guida nella sede e predisporre il sollevamento con cavi e paranchi a catena.
- c. Usando i bulloni estrattori e il paranco a catena, sollevare con cautela la sede del cuscinetto in linea retta, per staccarla dal rotore. Allontanare la sede del cuscinetto dall'unità e posizionarla su un blocco idoneo, per il relativo controllo e per proteggere le guarnizioni di tenuta e le flange.
- d. Rimuovere la metà superiore del portacuscinetto.
- e. Identificare e fasciare il portacuscinetto per proteggerlo.
- f. Rilevare e registrare i giochi e le condizioni delle guarnizioni di tenuta nel Rapporto di controllo ISE/GT-FF-6043.
- g. Estrarre, identificare e fasciare le guarnizioni di tenuta della metà inferiore per proteggerle.



#### **ATTENZIONE**

Le guarnizioni di tenuta sono realizzate in materiale morbido e possono essere facilmente danneggiate, se non si presta la dovuta attenzione al processo di estrazione.

- h. Coprire la metà inferiore della sede del cuscinetto aperta.



**Figura 155 - MI-18 - Vista delle sedi dei cuscinetti n. 3 e n. 4 installate nella cassa di scarico**

**9.1.24 Operazione 41**

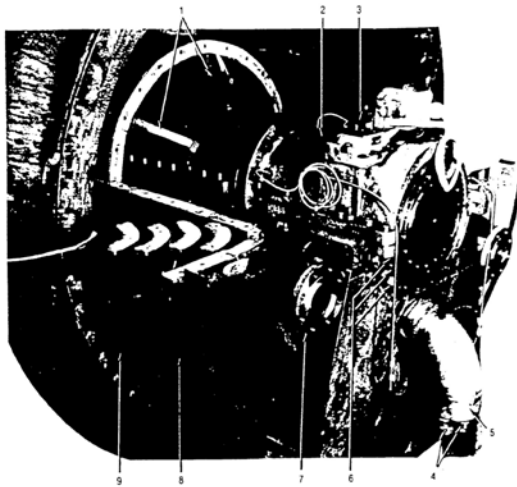
**Rimuovere la metà superiore della sede del cuscinetto n. 4 (vedere [Figura 155](#) e [Figura 156](#) )**

- a. Verificare che i pickup magnetici siano stati disconnessi, che il dispositivo di scatto per sovravelocità sia stato disconnesso e rimosso, che il sensore di vibrazione sia stato disconnesso e rimosso e che l'eventuale tubazione o condotto collegati alla sede siano liberi e staccati, in modo da non interferire con la rimozione della sede del cuscinetto.
- b. Rimuovere i bulloni, i bulloni a espansione e le spine di riferimento della giunzione orizzontale.
- c. Installare golfari, bulloni estrattori e perni di guida nella sede. Predisporre il sollevamento della sede con paranco a catena e cavi.
- d. Usando i bulloni estrattori e i perni di guida, sollevare con cautela la sede del cuscinetto in linea retta, per staccarla dal rotore. Allontanare la sede del cuscinetto dall'unità e posizionarla su un blocco idoneo, per il relativo controllo e per proteggere il portacuscinetto, le guarnizioni di tenuta e le flange.
- e. Rilevare e registrare i giochi e le condizioni delle guarnizioni di tenuta nel Rapporto di controllo ISE/GT- FF-6043.
- f. Rimuovere il portacuscinetto, le gabbie e i pattini anteriori e posteriori del cuscinetto reggispinta. Identificare e fasciare le parti per proteggerle.
- g. Estrarre, identificare e fasciare le guarnizioni di tenuta della metà inferiore per proteggerle.

**ATTENZIONE**

Le guarnizioni di tenuta sono realizzate in materiale morbido e possono essere facilmente danneggiate, se non si presta la dovuta attenzione al processo di estrazione.

- h. Coprire la metà inferiore della sede del cuscinetto aperta.



**Figura 156 - MI-19 - Vista della disposizione della cassa di scarico, diffusore gas di scarico (alette deviatrici) e cuscinetto n. 4**

#### LEGENDA

- |   |  |
|---|--|
| 1 | CASSA DI SCARICO (MONTANTI DI SUPPORTO DEFLETTORE INTERNO)   |
| 2 | SEDE CUSCINETTO N. 4.  |
| 3 | MECCANISMO DI SCATTO PER SOVRAVELOCITÀ TURBINA DI BASSA PRESSIONE.   |
| 4 | CONDUTTURA - ALIMENTAZIONE OLIO DI LUBRIFICAZIONE CUSCINETTO N. 4 E OLIO BASSA PRESSIONE PER DISPOSITIVO DI SCATTO SOVRAVELOCITÀ LP (BASSA PRESSIONE). |
| 5 | CONDUTTURA - SPURGO CUSCINETTO N. 4.   |
| 6 | POSIZIONE PICKUP MAGNETICI.  |
| 7 | CONDUTTURA - ARIA DI RAFFREDDAMENTO PER SPAZIO TRA LE RUOTE POSTERIORI DELLA TURBINA 2° STADIO.  |
| 8 | DIFFUSORE INTERNO - CASSA DI SCARICO.  |
| 9 | DIFFUSORE ESTERNO - CASSA DI SCARICO.  |

### 9.1.25 Operazione 42

#### **Rimuovere il rotore della turbina di bassa pressione e la metà inferiore dei portacuscinetti n. 3 e n. 4**

- a. Usando i paranchi a catena, predisporre il sollevamento in piano del rotore di bassa pressione. Vedere [Figura 157](#) . I cavi dovrebbero essere gommati o fasciati nel punto di contatto con l'albero del rotore, in modo da evitare danni alle superfici lavorate a macchina.

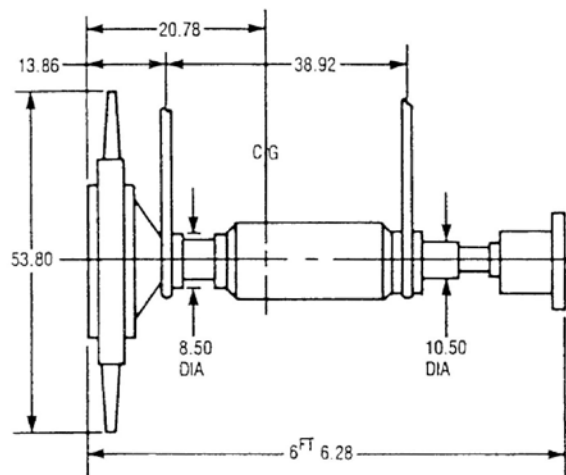
- b. Usare paranchi a catena, fissati alla gru, per il sollevamento iniziale. Assicurarsi che il rotore sia in piano, posizionandovi sopra una livella da meccanico. Facendo estrema attenzione, sollevare il rotore verticalmente, fino a staccarlo dalla metà inferiore del diaframma secondo stadio e dalle sedi dei cuscinetti.



**ATTENZIONE**

Il rotore deve essere mantenuto sempre stabile durante il sollevamento iniziale, dal momento che qualsiasi oscillazione potrebbe causare danni al rotore, alle guarnizioni di tenuta, al diaframma, ecc.

- c. Una volta che il rotore sia staccato dalla metà inferiore, usare la gru per completare il sollevamento. Allontanare il rotore dall'unità e abbassarlo su un supporto o un'armatura di legno appositi.
- d. Estrarre la metà inferiore dei portacuscinetti dalle sedi dei cuscinetti n. 3 e n. 4.
- e. Identificare e fasciare i portacuscinetti per proteggerli.



**Figura 157 - MI-20- Predisposizione del sollevamento per rotore di bassa pressione**

### 9.1.26 Operazione 43

#### Rimuovere le pale a cucchiaio della turbina primo stadio

##### **NOTA**



Si raccomanda che le operazioni di rimozione e sostituzione delle pale a cucchiaio della turbina siano effettuate da personale di General Electric Company, qualificato a tale scopo.

- a. Esaminare le estremità a coda di rondine della piastra di copertura e i montanti a coda di rondine della ruota, per verificare la presenza di marcature di identificazione precedenti. In assenza di marcature, selezionare a caso una piastra di copertura e bloccaggio delle pale a cucchiaio. Le piastre di copertura hanno larghezze diverse. Le piastre di copertura larghe si sovrappongono alle piastre di copertura strette e costituiscono le piastre di bloccaggio; sono più larghe di circa ,1875 pollici rispetto alle piastre interne. Ogni altra piastra di copertura (in alternanza) è costituita da una piastra di copertura larga o di bloccaggio.
- b. Mediante stampigliature puntiformi a bassa pressione marcare l'attacco a coda di rondine della ruota della turbina alla sinistra della piastra di copertura selezionata con il numero uno (1) e l'attacco a coda di rondine della ruota della turbina alla destra della piastra di copertura con il numero due (2). Vedere [Figura 158](#).
- c. Identificare ciascuna piastra di copertura e pala a cucchiaio, mentre siano ancora posizionate nella ruota o mentre vengano rimosse dalla ruota con un marcatore di colore nero.

##### **ATTENZIONE**



Usare unicamente marcatori approvati, non usare marcatori contenenti piombo o grafite. Fare riferimento al [Paragrafo 2](#), Procedure standard, nelle presenti istruzioni di controllo e manutenzione per quanto riguarda i marcatori approvati.

- d. Dal momento che di norma si richiede la lavorazione di piastre di copertura e pale a cucchiaio, occorre prestare particolare attenzione a mantenerne l'identificazione. Le piastre di copertura possono essere marcate in modo permanente, usando una penna elettrica; la stampigliatura puntiforme non è consigliata sulle coperture. Marcare le piastre di copertura sul lato anteriore o a monte come per le pale a cucchiaio, ma aggiungere una "F" o "U" al numero, per indicare se il rimontaggio debba essere eseguito sul lato anteriore (forward) o a monte (upstream) della ruota della turbina. Marcare le piastre di copertura posteriori o a valle, aggiungendo una "A" o "D" al numero, per indicare se debbano essere montate sul lato posteriore (aft) o a valle (downstream) della ruota della turbina.  
Le pale a cucchiaio possono essere marcate permanentemente, usando stampigliature puntiformi a bassa pressione o una penna elettrica. Non marcare le pale a cucchiaio sulle sezioni del profilo alare.

**NOTA**

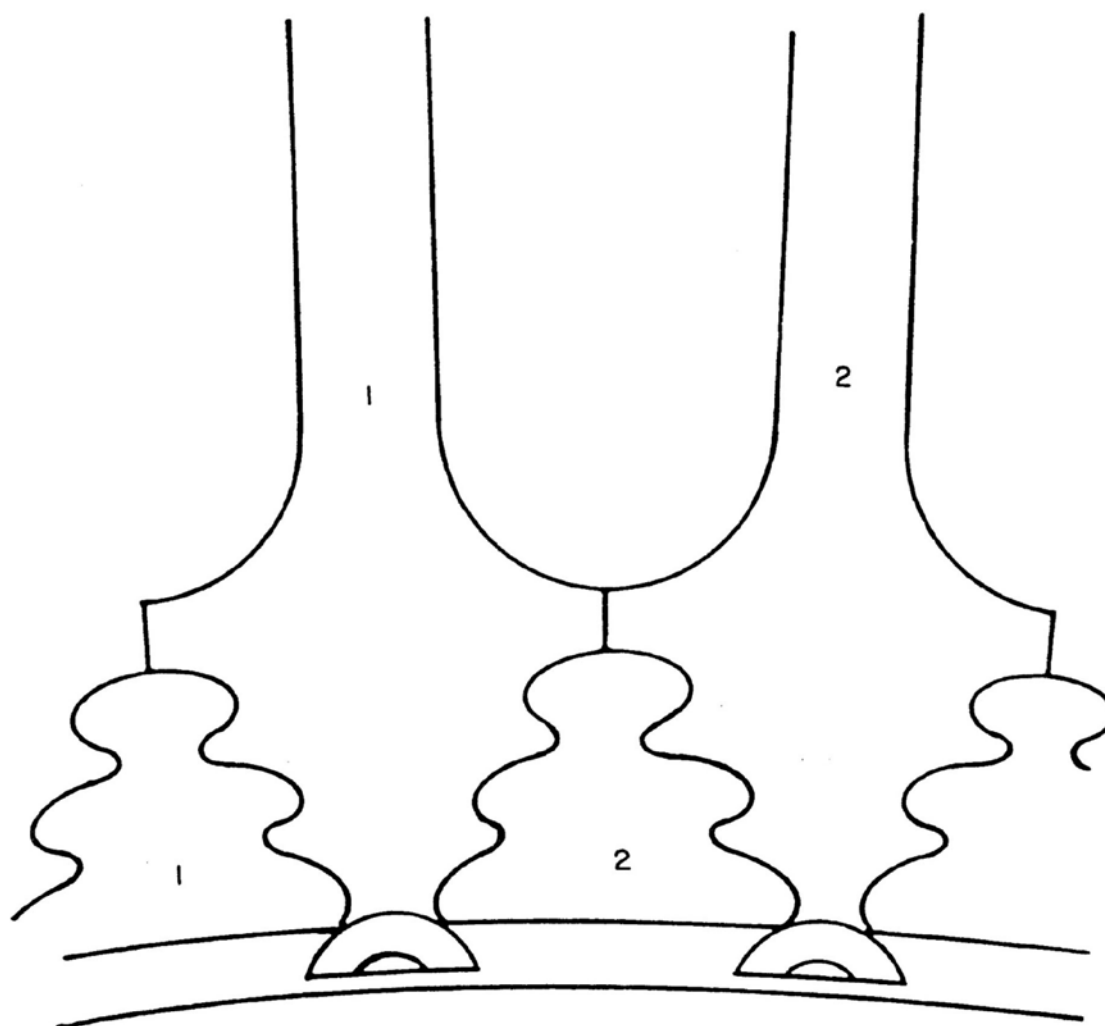
Successivamente, quando le pale a cucchiaio e le piastre di copertura saranno rimontate,

la pala a cucchiaio numero 1, la piastra di copertura numero 1 ("F" o "U") e la piastra di copertura numero 1 ("A" o "D") saranno montate nella posizione numero 1 della ruota della turbina.

- e. Rimuovere i twist lock, usando un martello 6-7 oz e uno scalpello con l'estremità smussata. Posizionare lo scalpello contro la cresta sulla testa del twist lock e battere delicatamente con lo scalpello, in modo da ruotare la marcatura di allineamento, spingendola fuori dalla scanalatura e verso l'alto sulla faccia della ruota della turbina. Colpire la testa del twist lock con il martello, che piegherà la marcatura di allineamento, staccandola dalla faccia della ruota della turbina. Ruotare il twist lock nella direzione opposta e raddrizzare. Procedere nello stesso modo con la seconda marcatura di allineamento. Usando lo scalpello, con leggeri colpi del martello, è possibile ruotare la testa del twist lock (1800) dalla posizione originale alla posizione di sblocco. Ripetere questa procedura fino a quando tutti i twist lock non siano ruotati nella posizione di rilascio. Vedere [Figura 159](#).
- Partendo con una piastra di copertura larga accanto alla posizione contrassegnata con il numero 1, battere delicatamente sulla pala a cucchiaio combaciante con un mazzuolo morbido e rimuovere la piastra di copertura, facendola scorrere fino a estrarla dalla scanalatura a coda di rondine nella ruota della turbina e quindi fuori dalla nicchia nella pala a cucchiaio. Rimuovere la piastra di copertura e il perno di tenuta. Saltare la piastra di copertura (stretta) successiva e rimuovere la piastra di copertura larga successiva con il relativo perno di tenuta. Tornare indietro e rimuovere la piastra di copertura interposta e il relativo perno di tenuta. Continuare in questo modo, fino a rimuovere tutti i perni di tenuta e le piastre di copertura su questo lato della ruota della turbina. Passare all'altro lato della ruota della turbina. Battere delicatamente con un mazzuolo morbido sulla pala a cucchiaio e rimuovere la prima piastra di copertura larga, quindi procedere con la piastra di copertura larga successiva. Tornare indietro e rimuovere la piastra di copertura stretta interposta. Continuare in questo modo, fino a rimuovere tutte le piastre di copertura. Battere delicatamente su ogni pala a cucchiaio, usando il mazzuolo morbido, esercitando allo stesso tempo una pressione con la mano, per fare scorrere la pala a cucchiaio, estraendola dalla scanalatura.
- f. Inventariare tutte le parti smontate, per assicurarsi che ci siano 80 perni di tenuta, 80 piastre di copertura anteriori, 80 piastre di copertura posteriori e 80 pale a cucchiaio primo stadio. Identificare e stoccare le parti in un luogo sicuro, in modo che siano protette.

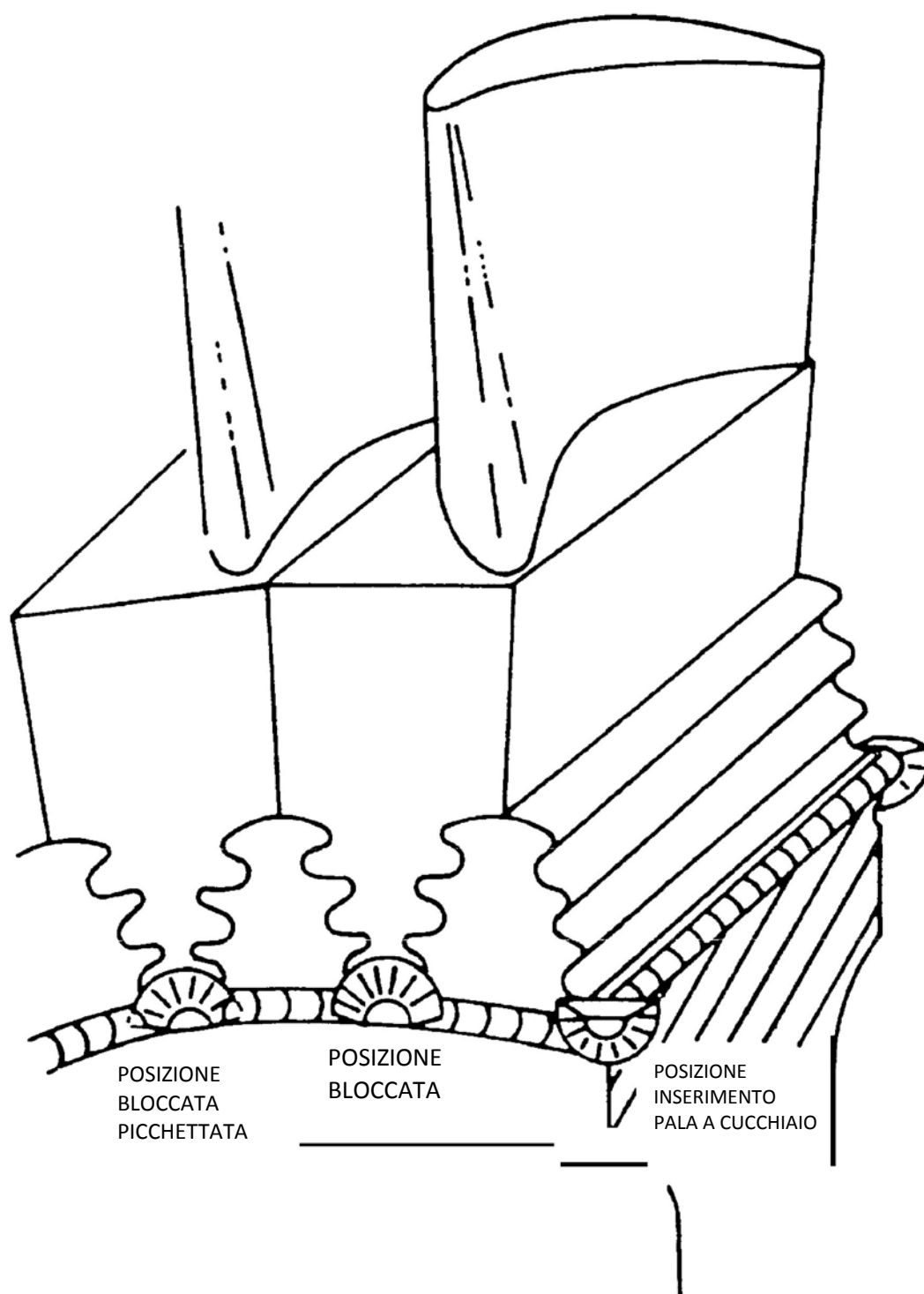
**ATTENZIONE**

I TWIST LOCK, I PERNI DI TENUTA, I PERNI SMORZATORI, UNA VOLTA RIMOSSI, NON POSSONO PIÙ ESSERE RIUTILIZZATI IN ALCUN CASO



**Figura 158 - MI-21 -Identificazione della ruota e dei montanti a coda di rondine prima dello smontaggio**





**Figura 159 - MI-22 - Twist Lock in posizione di inserimento, sblocco e blocco**

**9.1.27 Operazione 44****Rimuovere le pale a cucchiaino secondo stadio con carenatura di estremità**

- a. Fare riferimento a [Paragrafo 9.1.26](#) precedente, fasi **a** , **b** , **c** e **d** per l'identificazione e la marcatura delle pale a cucchiaino secondo stadio e delle piastre di copertura.
- b. Rilasciare tutti i twist lock come descritto per le pale a cucchiaino primo stadio e fissarli nella posizione di rilascio, usando del nastro adesivo.
- c. Battere sulla fila di pale a cucchiaino in posizione posteriore o a valle, per rilasciare la piastra di copertura posteriore.
- d. Battere sulle pale a cucchiaino nella direzione opposta, in posizione anteriore o a monte, per rilasciare la piastra di copertura anteriore.
- e. Rimuovere i perni di tenuta della pala a cucchiaino.
- f. Usando un mazzuolo con testa di cuoio greggio o nylon e procedendo intorno al perimetro della ruota, spingere l'intera fila in avanti, fino a estrarla dalle scanalature a coda di rondine della ruota, a poco a poco, fino a quando solo ,250 pollici dell'attacco a coda di rondine della pala a cucchiaino rimangano nella ruota. Mediante una manipolazione, è possibile rimuovere una alla volta le pale a cucchiaino della fila.
- g. Inventariare tutte le parti smontate, per assicurarsi che ci siano 80 perni di tenuta, 80 piastre di copertura anteriori, 80 piastre di copertura posteriori e 80 pale a cucchiaino secondo stadio. Identificare e stoccare le parti in un luogo sicuro, in modo che siano protette.

**ATTENZIONE**

I TWIST LOCK, I PERNI DI TENUTA, I PERNI SMORZATORI, UNA VOLTA RIMOSSI, NON POSSONO PIÙ ESSERE RIUTILIZZATI IN ALCUN CASO

## 9.2 PROCEDURA DI CONTROLLO PER ISPEZIONE PRINCIPALE MS-3002J DLN

### 9.2.1 Operazioni da 45 a 67

Eseguire le operazioni di controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 8.2.1](#) al [Paragrafo 8.2.9.2](#)

### 9.2.2 Operazioni da 68 a 70

Eseguire le operazioni di controllo di camicia e pezzi di transizione (LPTI) come indicato dal [Paragrafo 8.2.2](#) al [Paragrafo 8.2.3.1](#)

### 9.2.3 Operazioni da 71 a 76

Eseguire le operazioni di Controllo delle parti calde (HGPI) come indicato dal [Paragrafo 8.2.3](#) al [Paragrafo 8.2.8](#)

### 9.2.4 Operazione 77

Controllare i cuscinetti n. 1 e 2, i cuscinetti reggispinta e le guarnizioni di tenuta

#### NOTA



I cuscinetti dovrebbero essere puliti, usando cherosene e stracci morbidi puliti. Non usare strofinacci di cascami di cotone, in quanto lascerebbero filacce sulle superfici dei cuscinetti. Le aree scurite, coperte di depositi, sulle superfici di metallo antifrizione possono essere pulite con detergenti. Non utilizzare tela smeriglio. Durante la pulizia dei cuscinetti, assicurarsi che la superficie degli stessi non entri in contatto con oggetti duri, che potrebbero provocare graffi o ammaccature.

- a. Controllare la superficie dei cuscinetti portanti, verificando la presenza di cricche, metallo antifrizione strofinato, rigature, materiale estraneo, vaiolatura, perdite e tracce di usura eccessiva o anomala. Registrare le risultanze nel Modulo di controllo.
- b. Le cricche e le scheggiature presenti sul metallo antifrizione sono causate da una vibrazione eccessiva della macchina o da disallineamento. Questo tipo di danno può essere riparato, ricostituendo il rivestimento con metallo antifrizione sull'intero cuscinetto o con il puddellaggio della zona del difetto. Nel caso del puddellaggio è necessario rimuovere tutto il metallo antifrizione entro 0,5 pollici dall'area colpita da cricche o scheggiature. Se la zona di metallo antifrizione scheggiata si estende fino alla superficie di acciaio, sarà necessario stagnare l'acciaio (con stagno puro), prima del puddellaggio nel punto in cui il danno si sia esteso nel metallo antifrizione. Se la giunzione di acciaio espone più di 15916 dell'area, la riparazione con puddellaggio dovrebbe essere evitata. In questo caso sarà necessario ricostituire il rivestimento con metallo antifrizione sull'intero cuscinetto, a opera di un centro General Electric Company qualificato per l'assistenza tecnica delle apparecchiature, sulla base delle specifiche di processo della stessa azienda. È ovvio che la causa del danno all'interno dell'unità debba essere eliminata, per evitare ulteriori cricche e scheggiature.
- c. I graffi si possono sempre verificare sulle superfici del cuscinetto, rivestite con metallo antifrizione, durante il normale funzionamento, a causa delle impurità accumulate nel sistema dell'olio lubrificante. I graffi di profondità inferiore a 0,001 pollici e di lunghezza inferiore a un pollice sono accettabili e non richiedono ulteriori interventi. I graffi più profondi sono causa di preoccupazione, in particolare se estesi in direzione assiale e presenti nella zona di alta pressione (metà inferiore) del portacuscinetto. I graffi, la cui profondità sia compresa tra 0,001 e 0,005 pollici, ma di lunghezza inferiore a un pollice, possono essere riparati in loco. Si dovranno rimuovere innanzitutto le eventuali particelle estranee imprigionate nel graffio. I graffi con profondità superiore a 0,005 pollici dovrebbero essere riparati presso un Centro riparazioni di General Electric Company approvato.

- d. Se il portacuscinetto è stato sottoposto a temperature eccessive, il metallo antifrizione mostrerà tracce di macchie e strofinamento. Se l'area soggetta a strofinamento è inferiore al cinque per cento dell'area della metà inferiore del portacuscinetto, il cuscinetto potrà essere riutilizzato dopo la riparazione dell'area in oggetto. Aree di dimensioni maggiori soggette a strofinamento dovranno essere riparate presso un Centro riparazioni di General Electric Company. Prima di sostituire il portacuscinetto, sarà necessario determinare e correggere la causa dello strofinamento. Sono di seguito indicate alcune cause tipiche:
1. Blocco alimentazione olio
  2. Flusso inadeguato dell'olio
  3. Giochi eccessivamente ridotti del perno di banco
  4. Disallineamento dell'albero
- e. La maggior parte dei cuscinetti portanti sviluppa aree lucidate in condizioni di avviamento a bassa velocità o coast-down. L'area lucidata si riscontra, di solito, sulla centratura inferiore del portacuscinetto e si dovrebbe estendere lungo l'intera lunghezza del cuscinetto. Questo tipo di aspetto è normale e non dovrebbe causare allarmi. Se, tuttavia, l'area lucidata viene riscontrata su un unico bordo del portacuscinetto, o se compare sulla metà superiore del portacuscinetto, è presente un problema, che deve essere corretto per evitare un ulteriore strofinamento del cuscinetto.
- f. Misurare il diametro del perno di banco su due piani, anteriore e posteriore. Registrare le dimensioni riscontrate e le condizioni generali dei perni di banco sul Modulo di controllo. La rotondità e la conicità rappresentano due delle dimensioni più critiche, associate al perno di banco. Queste dimensioni sono stabilite con una verifica su quattro punti, rilevati sul piano verticale e orizzontale (a 90 gradi di distanza tra loro), presso il bordo anteriore e posteriore del perno di banco. Se il diametro del perno di banco è pari a 0,002 pollici o superiore, oltre la tolleranza del relativo disegno, e se il gioco tra portacuscinetto e perno di banco non è compreso entro le tolleranze del disegno, può essere necessario sottoporre il perno di banco a una nuova lavorazione a macchina. Per il diametro del perno di banco sono state stabilite dimensioni minorate standard, indicate nella [Tabella 23](#). Si tenga conto del fatto che, a ogni nuova lavorazione a macchina del perno di banco, è necessario riequilibrare il rotore. Anche le conicità dei perni di banco, che non siano comprese entro le tolleranze specificate nei disegni, possono richiedere una nuova lavorazione a macchina e una riequilibratura.
- g. Le superfici dei perni di banco graffiate, vaiolate o scrostate fino a una profondità di 0,001 pollici o inferiore, sono accettabili per l'uso. Le imperfezioni più profonde, comprese tra 0,001 e 0,005 pollici, devono essere riparate mediante levigatura a nastro. Si utilizza a tale scopo una striscia lunga e stretta di tela smeriglio grana 200. Il nastro deve essere prima imbibito di cherosene e abraso contro una superficie di acciaio, per rimuovere gli spigoli più affilati del materiale abrasivo. Il nastro deve quindi essere avvolto intorno al perno di banco, almeno due volte, poi tirato indietro e avanti, in modo da produrre un'azione di levigatura lungo la circonferenza. Si consiglia di eseguire l'operazione con due persone, una a ciascuna estremità del nastro. La quantità di metallo rimosso dal perno di banco non deve superare 0,002 pollici sul diametro. I graffi con profondità superiore a 0,005 pollici richiedono una nuova lavorazione a macchina e la successiva riequilibratura del rotore. Si dovrebbe considerare con attenzione la sensibilità della turbina a gas ai punti piatti o all'ovalizzazione del perno di banco, dal momento che tali imperfezioni possono determinare vibrazioni notevoli da parte del rotore.

- h. Unire e serrare le due metà del porta-cuscinetto ed eseguire una verifica del diametro interno su sei punti. Registrare tutte le misurazioni e le condizioni riguardanti il portacuscinetti sul Modulo di controllo. Vedere [Figura 160](#).

**NOTA**

Fare riferimento al Diagramma dei giochi dell'unità nella sezione Disegni di riferimento, all'interno del Manuale di assistenza tecnica dell'unità, per le tolleranze consentite.

- i. Controllare le superfici dei cuscinetti reggispinga, verificando la presenza di cricche, metallo antifrizione strofinato, rigature, materiale estraneo, vaiolatura, perdite e tracce di usura eccessiva o anomala. Riportare le risultanze nel Modulo di controllo.
- j. Come per i cuscinetti portanti, le superfici rivestite con metallo antifrizione dei cuscinetti reggispinga devono essere controllate, per verificare la presenza di cricche, scheggiature, graffi e strofinamento. Le cricche o le scheggiature possono essere riparate, ricostituendo il rivestimento con metallo antifrizione sull'intero cuscinetto o con il puddellaggio della zona del difetto. Se si applica il puddellaggio, tutto il metallo antifrizione entro un raggio di 0,5 pollici dalla zona del difetto dovrà essere rimosso prima di ripristinare la superficie. Questo tipo di danno è causato dalla vibrazione assiale nella turbina a gas, da una saldatura mediocre del metallo antifrizione o da temperature eccessive del rivestimento di metallo antifrizione. Tali condizioni devono essere corrette prima che la turbina sia rimessa in funzione.
- k. Una piccola quantità di graffi si manifesta sempre a causa delle impurità raccolte nel sistema dell'olio. I graffi di profondità inferiore a 0,001 pollici e di lunghezza inferiore a un pollice sono accettabili e non richiedono ulteriori interventi. I graffi, la cui profondità sia compresa tra 0,001 e 0,005 pollici, dovrebbero essere eliminati mediante un trattamento di opacizzazione a strisce con un raschietto, dopo aver rimosso tutto il metallo in rilievo e le particelle di sporizia imprigionate. I graffi più profondi devono essere riparati, raschiando la superficie di metallo antifrizione. Non si dovrebbero usare abrasivi come la tela smeriglio. In caso di pattini oscillanti, cuscinetti autocentranti, ogni pattino può essere raschiato indipendentemente dagli altri. In caso di pattini oscillanti, cuscinetti non autocentranti, cuscinetti a segmenti inclinati o cuscinetti a segmenti piani, è necessario raschiare tutti i pattini o i segmenti in modo uguale, anche quando l'intervento riguardi solo uno di loro.
- l. Gli strofinamenti sul metallo antifrizione, che si verificano in un'area pari al 10 per cento o meno della rispettiva area del pattino o del segmento, possono essere riparati mediante raschiatura, proprio come nel caso dei graffi sul metallo antifrizione. Se lo strofinamento si estende su aree piuttosto ampie, sarà necessario seguire la riparazione, ricostituendo il rivestimento con metallo antifrizione del pattino o segmento, a opera di un centro General Electric Company qualificato per l'assistenza tecnica delle apparecchiature, sulla base delle specifiche della stessa azienda. Naturalmente, sarà necessario determinare la causa dello strofinamento prima di reinstallare il cuscinetto. Sono di seguito indicate alcune cause tipiche:
1. Blocco nei condotti di alimentazione dell'olio.
  2. Flusso o pressione dell'olio inadeguati.
  3. Carichi di spinta eccessivi.
  4. Giochi assiali eccessivamente ridotti tra i cuscinetti reggispinga attivi e passivi.
  5. Disallineamento tra il cuscinetto e il pattino reggispinga. (I cuscinetti a segmenti inclinati e a segmenti piani sono particolarmente sensibili al disallineamento).

- m.    Gioco delle calotte - Molte delle nuove turbine a gas impiegano cuscinetti reggispira a pattino oscillante con inserti a calotta. Le calotte servono a dirigere in maniera corretta l'olio verso e dai rispettivi pattini. Il gioco assiale fra la cima delle calotte e le superfici di metallo antifrizione costituisce una dimensione di importanza critica e deve essere mantenuto entro le tolleranze di disegno, per garantire un funzionamento corretto dei cuscinetti. Il gioco in oggetto si misura posizionando il cuscinetto tra due superfici parallele e spessori scorrevoli, nello spazio al di sopra delle calotte. Gli spessori possono quindi essere misurati con un micrometro. Se il gioco non è compreso tra le tolleranze di disegno, è possibile apportare una correzione, rimuovendo materiale dalla calotta o raschiando la superficie del metallo antifrizione.
- Posizionare il cuscinetto reggispira, con la faccia rivolta verso l'alto, su un piano di riscontro. Posizionando un indicatore a quadrante, riferito al piano di riscontro e impostato sullo zero, su un angolo del segmento, spostare l'indicatore verso gli altri tre angoli del segmento e registrare le letture dell'indicatore. Eseguire la verifica su quattro segmenti a una distanza di 90 gradi tra loro. Se la conicità misurata non è compresa entro le tolleranze di disegno, il cuscinetto deve essere riportato a un Centro di assistenza tecnica qualificato, in modo da ottenere la superficie desiderata. Non raschiare a mano i cuscinetti a segmenti inclinati. Controllare il pattino reggispira, verificando la presenza di escoriazioni, vaiolatura, rigature e usura eccessiva.
1.    Errore di ortogonalità del piano - Per evitare la vibrazione assiale del rotore, è necessario che la faccia del pattino reggispira sia perpendicolare ai perni di banco dei cuscinetti del rotore. In un'unità, che abbia avuto un funzionamento ottimale sul campo, è possibile presumere che gli errori di ortogonalità del piano siano accettabili e che non siano necessarie ulteriori misurazioni.
  2.    Superficie del pattino reggispira - La superficie del pattino reggispira dovrebbe essere controllata, per verificare la presenza di graffi e scalfitture. I graffi, la cui profondità sia inferiore a 0,001 pollici, possono essere ignorati. I graffi, la cui profondità sia compresa tra 0,001 e 0,005 pollici, dovrebbero essere riparati mediante "affilatura". L'intervento si effettua con una pietra in carburo di silicio grana 180. La pietra dovrebbe essere prima bagnata in cherosene, pulita strofinandola e abrasa contro una superficie di acciaio, per rimuovere gli spigoli affilati. Quindi, la si dovrebbe immergere nuovamente in cherosene e passare sulla superficie del pattino reggispira, per rimuovere graffi e scalfitture. Per le aree di piccole dimensioni è possibile impiegare tela smeriglio grana 180 imbibita di cherosene. I graffi di profondità superiore a 0,005 pollici richiedono una nuova lavorazione a macchina. In questo caso, è necessario effettuare verifiche sull'errore di ortogonalità, per garantire la perpendicolarità tra la faccia del pattino reggispira e i perni di banco dei cuscinetti. Sarà anche necessario sostituire lo spessore reggispira, per ottenere giochi assiali corretti.
- n.    Registrare le condizioni del cuscinetto reggispira sul Modulo di controllo.
- o.    Dopo aver pulito e controllato i cuscinetti, le relative parti dovrebbero essere ricoperte con un olio per turbine, inibitore di ruggine, di buona qualità e fasciate, per proteggerle dalla corrosione e da danni meccanici, fino a quando non siano pronte per essere rimontate nell'unità.

Range di diametri del perno di banco (In)	1a minorazione del diametro (In)	2a minorazione del diametro (In)	3a minorazione del diametro (In)
0 - 4	0,010	0,020	0,030
4 - 8	0,020	0,040	0,060
8 - 15	0,030	0,060	0,090

Tabella 23 - MI-1 - Diametri standard dei cuscinetti

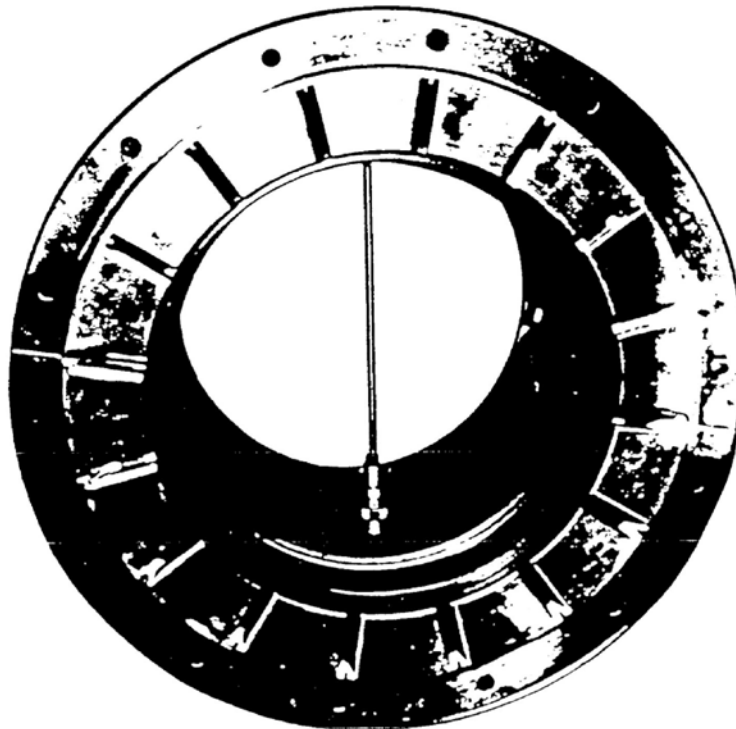


Figura 160 - MI-23 - Misurazione diametro cuscinetti

## 9.2.5 Operazione 78

**Controllare i cuscinetti n. 3 e 4, i cuscinetti reggispira e le guarnizioni di tenuta**

### **NOTA**



I cuscinetti dovrebbero essere puliti, usando cherosene e stracci morbidi puliti. Non usare strofinacci di cascami di cotone, in quanto lascerebbero filacce sulle superfici dei cuscinetti. Le aree scurite, coperte di depositi, sulle superfici di metallo antifrizione possono essere pulite con detergenti. Non utilizzare tela smeriglio. Durante la pulizia dei cuscinetti, assicurarsi che la superficie degli stessi non entri in contatto con oggetti duri, che potrebbero provocare graffi o ammaccature.

- a. Controllare il cuscinetto numero 3 e il cuscinetto reggispira di bassa pressione, secondo le istruzioni previste per l'operazione 27. Registrare le condizioni e le misurazioni relative al cuscinetto e al perno di banco nel Rapporto di controllo. Registrare le condizioni del cuscinetto reggispira nel Rapporto di controllo.
- b. Controllare il cuscinetto numero 4 (tipo a pattino oscillante) secondo le seguenti istruzioni.
  1. Durante il controllo si dovrebbe prestare attenzione ai perni di supporto inferiori, per assicurarsi che non mostrino segni di usura da sfregamento o usura eccessiva. I pattini dovrebbero essere controllati, per verificare la presenza di graffi, particelle di polvere ed eventuali sporgenze o avvallamenti. La rimozione o riparazione può avvenire secondo le procedure previste per la manutenzione di tutte le superfici rivestite con metallo antifrizione. (Vedere paragrafo 3, 4 e 5 nell'Operazione 27 di cui sopra). Una brunitura eccessiva, lo strofinamento o la perdita del metallo antifrizione, l'affaticamento del perno di supporto o l'usura della superficie di tenuta dell'olio del fermo determinano la necessità di un intervento correttivo. Per informazioni sulle procedure più appropriate per la riparazione e la riconsegna contattare il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company. Registrare le misurazioni e le condizioni relative al cuscinetto e al perno di banco nel Rapporto di controllo.

#### **ATTENZIONE**



In relazione a questo punto non vengono indicate istruzioni per lo smontaggio, in quanto il cuscinetto a pattino oscillante non dovrebbe mai essere completamente smontato. La rimozione di singoli pattini per la pulizia e il controllo del perno di articolazione possono essere effettuati allentando le viti di fissaggio. Non rimuovere i perni di articolazione. Unicamente il personale qualificato per le riparazioni è preparato per lo smontaggio, il riallineamento e la verifica dei giochi di questo tipo di cuscinetto.

### **9.2.6 Operazione 79**

#### **Pulire e controllare il rotore del compressore, la palettatura dello statore, le alette direttrici d'ingresso e le casse del compressore e della turbina**

- a. La pulizia delle parti della cassa del compressore e del rotore può essere effettuata con l'insieme del rotore sia installato sia rimosso.



#### **ATTENZIONE**

Il cuscinetto reggispira può essere installato, se l'unità è ruotata durante la pulizia del compressore. Adottare precauzioni per proteggere l'area dei cuscinetti durante la pulizia.

1. Il processo seguente può essere applicato per la pulizia della cassa con il rotore del compressore installato. La scelta del processo dipende dalle apparecchiature a disposizione e dal tipo di depositi presenti nella macchina.



**ATTENZIONE**

Le scanalature di aspirazione dell'aria dovrebbero essere coperte con nastro adesivo. La conduttura di aspirazione dell'aria deve essere rimossa o provvista di flange cieche, per evitare la penetrazione del materiale usato per la pulizia e delle sostanze contaminanti.

- a. Pulizia con solventi - Utile per la rimozione di contaminanti organici come olio e grasso. Il solvente dovrebbe essere scelto tra essenze di petrolio, diluente GE n. 1500, o Multicleaner n. 44, applicati a spruzzo o con un panno pulito ben imbevuto, strofinando poi con un altro panno pulito.
- b. Pulizia a vapore - Può essere impiegata per rimuovere grasso e olio e contaminanti solubili in acqua. Spruzzare accuratamente su tutte le parti, usando un inibitore come Turco Cold Spray, per minimizzare la successiva formazione di ruggine e lasciare una sottile pellicola protettiva sull'insieme dopo l'asciugatura. Asciugare le parti soffiando aria.
- b. La rimozione del rotore può essere necessaria per la pulizia, qualora le incrostazioni/i depositi sul compressore non possano essere rimossi con successo. Oltre ai due processi di cui sopra è possibile adottare il processo seguente.
  - 1. Sabbatura con graniglia vegetale - Utile soprattutto per rimuovere depositi relativamente morbidi e asciutti.  
Le parti del rotore devono essere asciutte, prima di procedere con la pulizia mediante sabbatura con graniglia vegetale. Anche i depositi o residui di olio devono essere rimossi dal rotore. Il gap da 0,010 a 0,015 pollici tra ogni stadio del rotore deve essere coperto con nastro adesivo, per impedire la penetrazione dei materiali usati per la pulizia.
- c. Controllare attentamente le alette direttrici d'ingresso, verificando la presenza di depositi, erosione (assottigliamento dei bordi di uscita e arrotondamento degli angoli delle estremità d'entrata e d'uscita) o corrosione per vaiolatura.
- d. Verificare con liquido penetrante le alette direttrici d'ingresso, per accertare la presenza di cricche alla radice della pala e sull'aletta.
- e. Qualora si riscontrino depositi sulle pale, si dovranno raccogliere due campioni, da inviare a un laboratorio per la relativa analisi. L'analisi è importante per il controllo generale.
- f. Verificare la presenza di olio sulle alette direttrici o su qualsiasi parte della cassa; il ritrovamento di olio potrebbe indicare porosità o infiltrazioni nell'area di supporto dei cuscinetti, da correggere per evitare la formazione di incrostazioni nel compressore.

**NOTA**

Per la procedura relativa a interventi correttivi e riparazioni contattare il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company.

- g. Registrare il controllo effettuato sulle alette direttrici d'ingresso nel Rapporto di controllo.
- h. Eseguire una verifica visiva sulle punte delle pale del compressore, per accertare la presenza di sfregamenti, cricche, corrosione, depositi, erosione e danni dovuti a corpi estranei. Usare la [Tabella 24](#) e le [Figure 161 - 164](#) per i criteri da adottare in caso di controllo e riparazione. Registrare le risultanze nel Rapporto di controllo.

**NOTA**

Si raccomanda che il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company supervisioni il controllo dei componenti del compressore e che le eventuali riparazioni o sostituzioni della palettatura siano effettuate da personale qualificato della stessa azienda.

CONDIZIONI DELLE PALE		LIMITI ACCETTABILI	INTERVENTO CORRETTIVO
<b>Piegamenti</b>			
1	Pale piegate	Fino al 10% dell'altezza del profilo alare dalla punta e meno del 25% della lunghezza della corda.	Raddrizzare a freddo al di sopra della primitiva ed eseguire il controllo con liquido penetrante. Sostituire se la pala è piegata al di sotto della primitiva. NON è consentito il raddrizzamento a caldo. Vedere <a href="#">Figura 161</a> .
2	Punte piegate	Fino al 15% della lunghezza dell'aletta lungo la punta e una flessione massima di 60 gradi. Vedere <a href="#">Figura 164</a> .	Raddrizzare a freddo ed eseguire il controllo con liquido penetrante.
3	Profilo alare piegato	Non accettabile.	Sostituire.
<b>Cricche</b>			
1	Incrinatura da fatica in qualsiasi area della pala	Nessun limite di accettabilità.	Sostituire la pala incrinata.
2	Cricche dovute a danni da corpi estranei in qualsiasi area della pala	Nessun limite di accettabilità.	Sostituire la pala incrinata.
<b>EROSIONE E CORROSIONE</b>			
<b>Corrosione</b>			
1	Evidenziata da tracce diffuse di usura e vaiolatura. Condizioni limite presso i bordi d'entrata e d'uscita.	Perdita del 10% dell'area della sezione trasversale o tracce di vaiolatura profonde 0,015 pollici o più.	Sostituire la pala.
<b>Erosione</b>			
1	Evidenziata da perdita di contorno della pala. Condizioni limite.	Perdita del 10% dell'area della sezione trasversale o degrado inaccettabile delle prestazioni.	Sostituire la pala.
<b>SCHEGGIATURE E AMMACCATURE</b>			
<b>Danno dovuto a corpi estranei</b>			
1	Piccole scheggiature o ammacature intorno al bordo d'entrata o alla pala.	diametro 0,050 pollici o inferiore con profondità di 0,020 pollici.	Si può lasciare così, non sono necessari interventi.
	Ammaccature	Stadi da 1 a 4*	
1	Ammaccature nell'area circostante il bordo d'entrata della pala, al di sopra e al di sotto della primitiva	Un'ammaccatura D di profondità e con diametro 5 volte D. Massimo valore D consentito uguale a 0,160 pollici. Vedere <a href="#">Figura 161</a> e <a href="#">Figura 162</a> .	Ripristinare il contorno originale mediante un trattamento di opacizzazione a strisce e levigare fino a una finitura 32 o migliore. Controllo con liquido penetrante.
2	Ammaccature nell'area del bordo d'uscita, al di sopra e al di sotto della primitiva	Un'ammaccatura D di profondità e con diametro 5 volte D. Massimo valore D consentito uguale a 0,160 pollici. Vedere <a href="#">Figura 162</a> e <a href="#">Figura 163</a> .	Dare una curvatura di raccordo al bordo e levigare fino a una finitura 32 o migliore. Controllo con liquido penetrante. Vedere <a href="#">Figura 163</a> .
3	Ammaccature presso i bordi d'entrata e d'uscita.	La combinazione di queste condizioni non deve superare un valore D uguale a 0,160 pollici al di sopra della primitiva e 0,080 pollici al di sotto.	Eseguire un trattamento di opacizzazione a strisce e dare la curvatura di raccordo al bordo. Controllo con liquido penetrante. Vedere <a href="#">Figura 162</a> e <a href="#">Figura 163</a> .
4	Ammaccature nella sezione delle alette ma non sul bordo d'entrata e d'uscita.	Due con profondità 0,040 al di sopra della primitiva. Una con profondità 0,040 al di sotto della primitiva.	Levigare uniformemente per rimuovere le scabrosità, eliminando la minima quantità di metallo possibile. Controllo con liquido penetrante.
<b>Danno al profilo alare</b>			

CONDIZIONI DELLE PALE		LIMITI ACCETTABILI	INTERVENTO CORRETTIVO
1	Ammaccature e scheggiature sul bordo d'entrata e d'uscita.	Ammaccature e scheggiature, posizionate al di sopra della primitiva, con un'area superficiale inferiore a 0,020 pollici per pollice di corda della pala e una profondità inferiore a 0,050 pollici.	Accettabile, tuttavia, per garantire un flusso d'aria regolare, le sporgenze metalliche dovrebbero essere sottoposte a un trattamento di opacizzazione a strisce e controllate con liquido penetrante.
Danno alla radice del profilo alare			
1	Ammaccature, scheggiature o lacerazioni nella sezione alla radice del profilo alare, incluso il raggio del raccordo. Vedere <a href="#">Figura 161</a> .	Non accettabile.	Sostituire.
* Per gli stadi da 5 a 7 usare il 75% delle dimensioni indicate, ovvero 0,160 pollici diventa 0,120 pollici. Per gli stadi da 8 allo stadio finale usare il 50% delle dimensioni indicate.			

Tabella 24 - MI-2 - Controllo della palettatura del compressore e criteri di riparazione

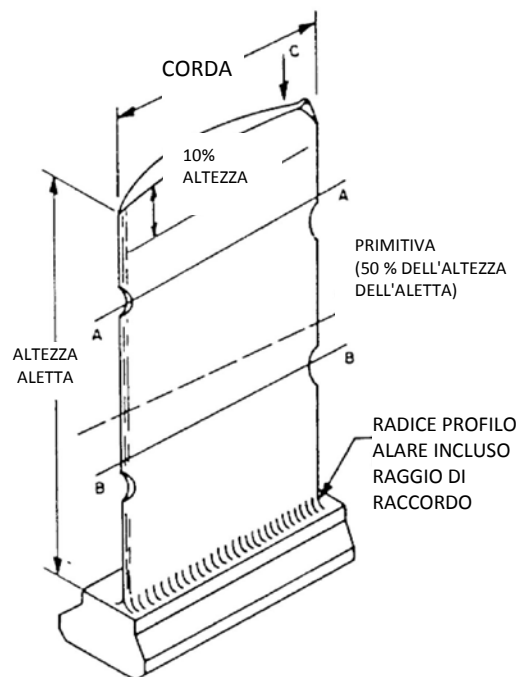
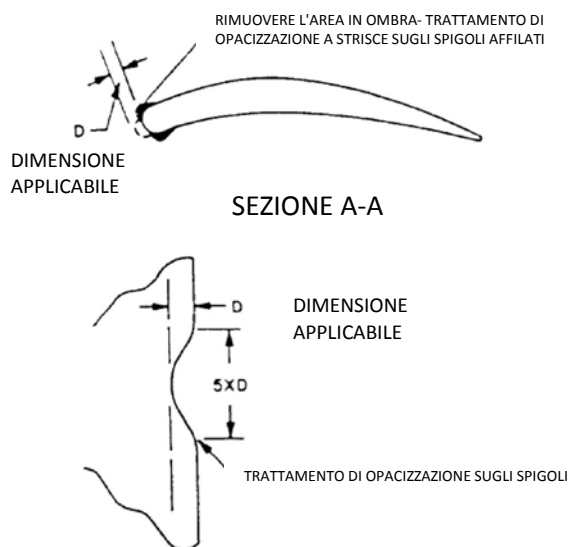
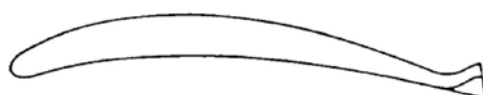


Figura 161 - MI-24 - Tipica pala di compressore-Evidenti aree danneggiate

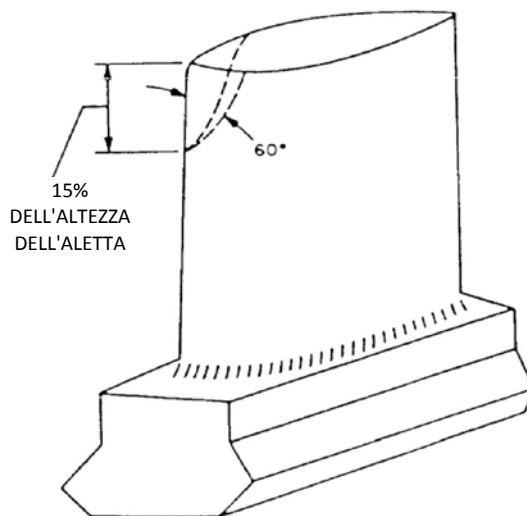


**Figura 162 - MI-25 - Ammaccatura nel bordo d'entrata della pala**



SEZIONE B-B

**Figura 163 - MI-26 - Ammaccatura nel bordo d'uscita della pala**



**Figura 164 - MI-27 - Raddrizzatura a freddo del danno sulla punta**

### 9.2.7 Operazione 80

**Controllare le pale a cucchiaino e gli attacchi a coda di rondine delle ruote di primo e secondo stadio della turbina**

#### **ATTENZIONE**



Esaminare accuratamente le pale a cucchiaino, ogni volta che la metà superiore della cassa della turbina venga rimossa. Questo tipo di indagine può ridurre il rischio di gravi danni, conseguenti all'avaria di un'eventuale pala a cucchiaino danneggiata precedentemente. Allo stesso tempo, l'analisi è necessaria per evitare di sostituire pale ancora idonee al funzionamento. Le raccomandazioni qui contenute hanno lo scopo di agevolare l'analisi. I criteri per decidere se continuare a usare le pale o ripararle sono indicati in quanto parte del servizio di assistenza al cliente.

Le Procedure adottate dai clienti in quanto a funzionamento e manutenzione sono svariate e influenzano di conseguenza il funzionamento ottimale dei componenti della turbina a gas. General Electric Company ha scarsa o nulla conoscenza e tantomeno controllo in merito alle suddette procedure. Di conseguenza, la responsabilità di decidere se continuare l'utilizzo delle pale o sostituirle spetta unicamente al singolo cliente.

- a. Il risultato dei controlli condotti sulle pale a cucchiaio dovrebbe essere documentato, unitamente alle relative informazioni sul funzionamento dell'unità e sui combustibili. I moduli per i rapporti sui controlli devono essere utilizzati per registrare e comunicare a General Electric Company l'esatta posizione e il tipo di anomalia riscontrata. Le registrazioni dei controlli sulle pale a cucchiaio saranno archiviate per ogni particolare turbina e utilizzate come base per raccomandazioni presenti e future. Utilizzare i rapporti di controllo ISE/GT- FF-6000, 6038 e 6039. Tutte le registrazioni e le questioni riguardanti tale soggetto devono essere comunicate al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company.
- b. Pulire le pale a cucchiaio con ossido di alluminio grana 240 a una pressione massima di esercizio di 20 psi. Gli attacchi a coda di rondine non dovrebbero essere sottoposti a granigliatura, ma protetti con nastro adesivo durante questa operazione.
- c. Una volta completata la granigliatura, rimuovere il nastro adesivo protettivo dagli attacchi a coda di rondine delle pale a cucchiaio della turbina e pulire i suddetti attacchi, usando una spazzola a setole dure o una spazzola metallica manuale (del tipo non rotante).
- d. Verificare tutti profili alari e gli attacchi a coda di rondine con liquido penetrante fluorescente Zyglo ZL-22A.
- e. Controllare le pale a cucchiaio della turbina, secondo i criteri indicati nella sezione Controllo parti calde delle presenti Istruzioni di controllo e manutenzione, Operazione 15, fasi **b**, **c**, **d**, **e**, **f**, **g** e **h**.

**NOTA**

Si raccomanda che l'eventuale rilavorazione di una pala a cucchiaio sia

effettuata da personale qualificato di General Electric Company. In tutti i casi, l'area della pala a cucchiaio sottoposta a rilavorazione deve essere pulita e controllata con liquido penetrante fluorescente Zyglo ZL-22A, una volta completata la rilavorazione.

- f. Pulire gli attacchi a coda di rondine della ruota della turbina, usando una spazzola a setole dure o una spazzola metallica manuale (del tipo non rotante). Verificare gli attacchi a coda di rondine della ruota della turbina con liquido penetrante fluorescente Zyglo ZL-22A e prestare particolare attenzione alle radici e alle estremità di ogni attacco.

**NOTA**

Lavare le aree delle pale a cucchiaio e degli attacchi a coda di rondine della ruota della turbina, per garantire la rimozione degli accumuli di olio e polvere.



## Vita utile di progetto del rotore

Il limite della vita utile di progetto del rotore di alta pressione HP della turbina a gas MS3002J equivale a 200.000 ore di funzionamento o 5.000 avviamenti della macchina, in base a quale dei due casi si verifichi prima. Il limite della vita utile di progetto del rotore di bassa pressione LP della turbina a gas MS3002J equivale a 200.000 ore di funzionamento o 5.000 avviamenti della macchina, in base a quale dei due casi si verifichi prima. Una volta raggiunti tali limiti, l'unità dovrebbe essere arrestata e i rotori HP e LP dovrebbero essere ritirati dal servizio. Il superamento dei limiti di vita utile di progetto del rotore espone la turbina a gas a gravi rischi di avarie: alcune parti o componenti si potrebbero staccare dal rotore, causando notevoli danni alla turbina. Inoltre, potenziali avarie incontrollabili potrebbero provocare danni alle eventuali apparecchiature adiacenti e causare gravi lesioni al personale presente nell'area.

### 9.2.8 Operazione 81

#### **Controllare gli anelli esterni di primo e secondo stadio e le guarnizioni di tenuta del diaframma di secondo stadio**

- a. Controllare visivamente i segmenti dell'anello esterno, per verificare la presenza di depositi, sfregamenti, corrosione, erosione (vaiolatura), cricche, scheggiature e ammaccature.
- b. Controllare le guarnizioni di tenuta del diaframma secondo stadio, per verificare la presenza di sfregamenti, cricche, punti caldi, deformazioni e pezzi mancanti. Registrare le risultanze nel Rapporto di controllo ISE/GT- FF-6035.

### 9.3 PROCEDURA DI RIMONTAGGIO PER ISPEZIONE PRINCIPALE MS-3002J DLN

#### 9.3.1 Operazione 82

##### Installare le pale a cucchiaino della turbina per il rotore di alta pressione

##### **NOTA**



Si raccomanda che l'installazione delle pale a cucchiaino della turbina sia effettuata da personale qualificato di General Electric Company.

##### **ATTENZIONE**



OGNI VOLTA CHE LE PALE A CUCCHIAIO DELLA TURBINA PRIMO E SECONDO STADIO VENGANO SMONTATE E RIMONTATE, I SEGUENTI COMPONENTI DOVRANNO ESSERE SOSTITUITI CON COMPONENTI NUOVI:

- FILO DI BLOCCAGGIO
- PERNI DI BLOCCAGGIO
- PERNI DI TENUTA ASSIALI E RADIALI

- a. Montare un twist lock in posizione di sbloccaggio nella posizione numero 1, montare la pala a cucchiaino numero 1 sulla cima del twist lock. Montare la serie completa di twist lock e pale a cucchiaino; la pala a cucchiaino numero 2 in posizione 2, la numero 3 in posizione 3, ecc.
- b. Cominciando con la piastra di copertura stretta numero 1 sul lato anteriore, fare scorrere la piastra nell'accoppiamento a gancio (scanalatura) della pala a cucchiaino e inserirla nella scanalatura a coda di rondine. Selezionare la piastra di copertura posteriore numero 1 corrispondente, installare un perno di tenuta e seguire con la piastra per bloccare il perno. Continuare sul perimetro della ruota, fino a installare tutte le piastre di copertura e i perni di tenuta. Ruotare tutti i twist lock nella posizione di bloccaggio.
- c. Usando l'apposito attrezzo per la picchettatura e il mazzuolo, picchettare ognuno dei twist lock nella scanalatura sulla faccia posteriore della ruota della turbina. Con una chiave torsiometrica per twist lock appropriata e un adattatore, verificare la presenza di una coppia minima di cinque pollici-libbra per ogni twist lock. Vedere la [Figura 165](#) e la [Figura 166](#).
- d. Eseguire una prova con liquido penetrante (colore rosso) su tutti i twist lock dopo la picchettatura e verificare la presenza di cricche nell'area picchettata. Gli eventuali twist lock incrinati devono essere sostituiti.
- e. Eseguire una verifica finale, per assicurarsi che tutte le pale a cucchiaino siano state bloccate nel modo idoneo.

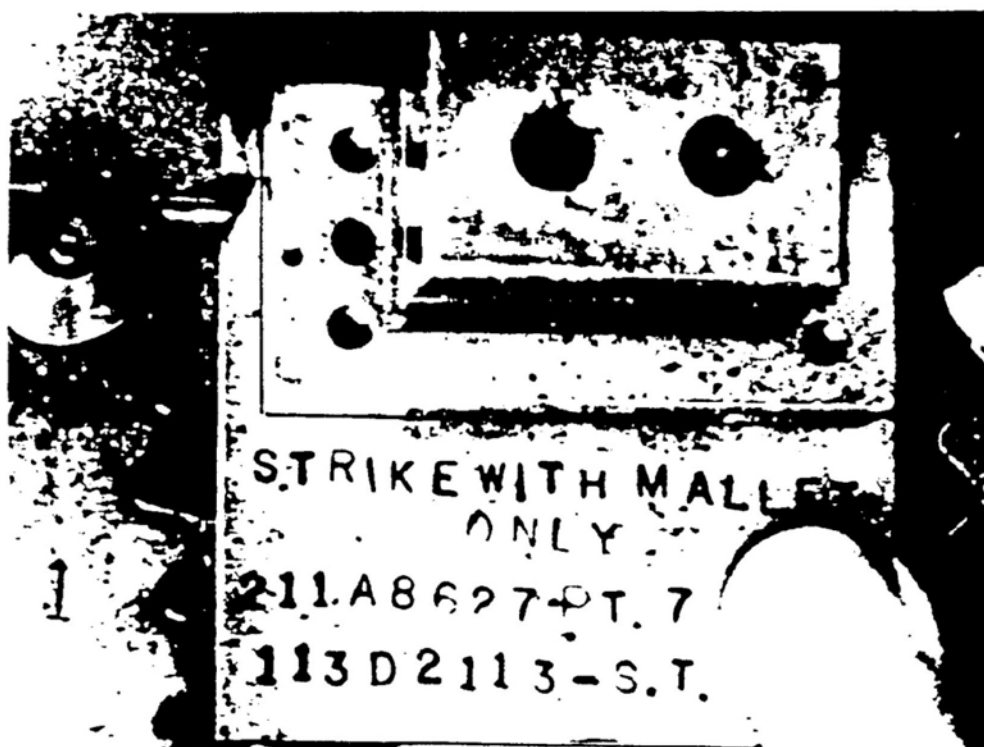


Figura 165 - MI-28 - Tipico attrezzo per la picchettatura dei twist lock

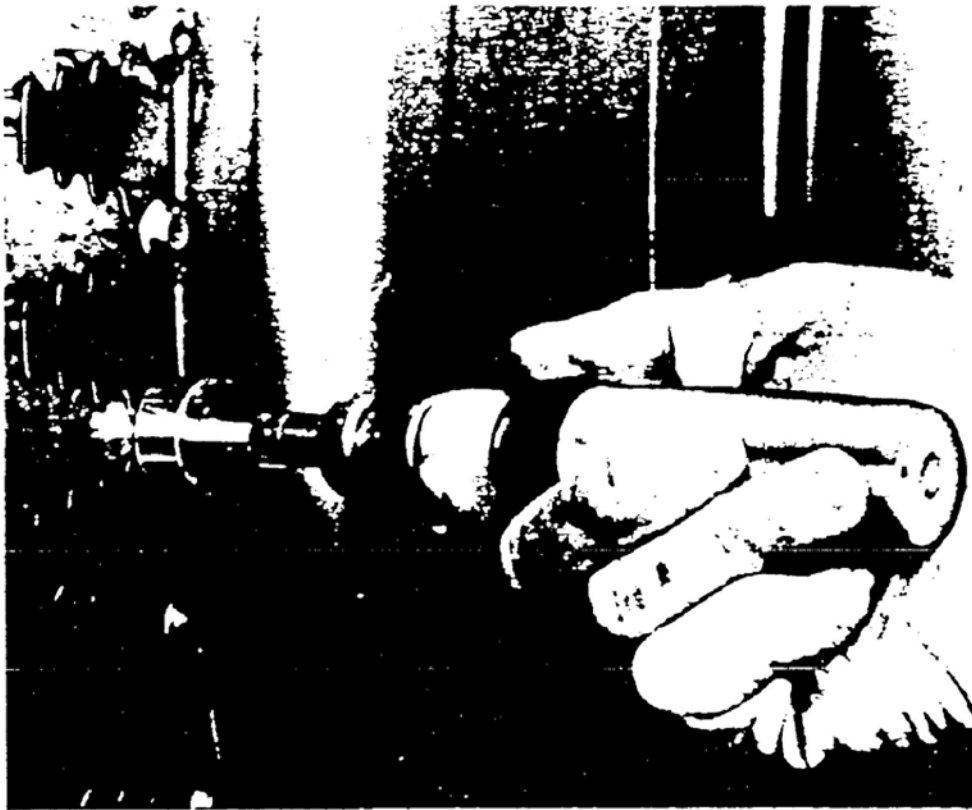


Figura 166 - MI-29 - Tipica chiave torsiometrica per la verifica della coppia dei twist lock

### 9.3.2 Operazione 83

Installare le pale a cucchiaino della turbina per il rotore di bassa pressione

#### NOTA



Per trattenere i twist lock nella posizione di sbloccaggio durante l'installazione delle pale a cucchiaino, è possibile utilizzare piccole strisce di nastro adesivo.

**ATTENZIONE**

OGNI VOLTA CHE LE PALE A CUCCHIAIO DELLA TURBINA PRIMO E SECONDO STADIO VENGANO SMONTATE E RIMONTATE, I SEGUENTI COMPONENTI DOVRANNO ESSERE SOSTITUITI CON COMPONENTI NUOVI:

- FILO DI BLOCCAGGIO
- PERNI DI BLOCCAGGIO
- PERNI DI TENUTA ASSIALI E RADIALI

- a. Dopo aver posizionato e fissato con il nastro adesivo i twist lock nell'estremità inferiore degli attacchi a coda di rondine delle pale a cucchiaio nella ruota, la pala a cucchiaio numero 1 dovrebbe essere inserita nella posizione numero 1 sulla ruota, a una profondità sufficiente a mantenerla all'interno dell'attacco a coda di rondine, o a circa ,250 pollici. Innestare la pala a cucchiaio numero due, unitamente al relativo perno di tenuta orizzontale, nella posizione numero due sulla ruota, innestando allo stesso tempo le estremità a incastro della sezione Z della carenatura di estremità con la prima pala a cucchiaio. Tutte le restanti pale a cucchiaio saranno installate secondo le stesse modalità, in modo che tutte le pale con i perni di tenuta siano inserite a una profondità sufficiente a mantenerle all'interno dell'attacco a coda di rondine della ruota, provvedendo a un incastro adeguato delle estremità della carenatura.

**NOTA**

Una volta arrivati all'ultima pala a cucchiaio da installare, sarà necessario manipolare alcune delle pale adiacenti, per incastrare in modo adeguato l'ultima sezione Z della carenatura della pala a cucchiaio con le altre.

- b. Usando un mazzuolo di cuoio greggio o nylon, dare dei colpetti leggeri sulle pale a cucchiaio, avvicinandole alla ruota. Dare dei colpetti su ogni pala, procedendo lungo il perimetro della ruota. Effettuato l'incastro, è possibile spostare le pale a cucchiaio solo di poco alla volta. Continuare il processo fino a quando tutte le pale a cucchiaio siano in posizione.
- c. Cominciare con la piastra di copertura stretta numero 1 sul lato anteriore. Montare la piastra nell'accoppiamento a gancio (scanalatura) della pala a cucchiaio e inserirla nella scanalatura a coda di rondine. Selezionare la piastra di copertura posteriore corrispondente e montarla sulla pala a cucchiaio e nelle scanalature a coda di rondine. Continuare lungo il perimetro della ruota, fino a montare tutte le piastre di copertura. Ruotare tutti i twist lock nella posizione di bloccaggio.
- d. Usando l'apposito attrezzo per la picchettatura e il mazzuolo, picchettare ognuno dei twist lock nella scanalatura sulla faccia della ruota della turbina. Con una chiave torsionometrica appropriata e un adattatore, verificare la presenza di una coppia minima di cinque pollici-libbra per ogni twist lock. Vedere la [Figura 165](#) e la [Figura 166](#).

- e. Eseguire una prova con liquido penetrante (colore rosso) su tutti i twist lock dopo la picchettatura e verificare la presenza di cricche nell'area picchettata. Gli eventuali twist lock incrinati devono essere sostituiti.
- f. Eseguire una verifica finale, per assicurarsi che tutte le pale a cucchiaio siano state bloccate nel modo idoneo.

### 9.3.3 Operazione 84

#### Installare le metà inferiori dei portacuscinetti numero 3 e 4

- a. Verificare che le cavità dei cuscinetti siano pulite e controllare la superficie di appoggio della sede dei cuscinetti, per assicurarsi che sia in buone condizioni.
- b. Installare in posizione la metà inferiore dei portacuscinetti.
- c. Coprire le sedi per mantenerle pulite e protette fino all'installazione del rotore.

### 9.3.4 Operazione 85

#### Installare il rotore di bassa pressione della turbina e le sedi dei cuscinetti numero 3 e 4



#### **ATTENZIONE**

Prestare estrema attenzione durante ogni fase delle operazioni di rimontaggio, per evitare di lasciare detriti, attrezzi, ecc., all'interno della turbina.

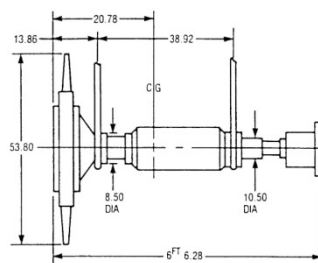
- a. Usando i paranchi a catena, predisporre il sollevamento in piano del rotore di bassa pressione. I cavi dovrebbero essere gommati o fasciati nel punto di contatto con l'albero del rotore, in modo da evitare danni alle superfici lavorate a macchina. Vedere [Figura 167](#).
- b. Usando paranchi a catena, sollevare il rotore, staccandolo dall'armatura di legno. Assicurarsi che il rotore sia in piano, posizionando sull'albero del rotore una livella da meccanico.
- c. Spostare con cautela il rotore, posizionandolo al di sopra dell'unità.
- d. Usando i paranchi a catena, abbassare il rotore nell'unità. Mantenere stabile il rotore, in quanto ogni oscillazione potrebbe causare danni alle pale a cucchiaio, ai cuscinetti, alle guarnizioni di tenuta, ecc.
- e. Appena prima di poggiare il rotore sui cuscinetti, accertarsi che i perni di banco e i cuscinetti siano puliti.
- f. Applicare un leggero strato di olio per turbine sui cuscinetti per la lubrificazione e sistemare il rotore in posizione sui cuscinetti inferiori.
- g. Applicare un leggero strato di olio per turbine sulla superficie del cuscinetto reggispinga non caricato. Montare il cuscinetto reggispinga non caricato e gli spessori di riferimento. Spingere il rotore contro il cuscinetto reggispinga non caricato. In questo modo il rotore verrà collocato approssimativamente nella posizione di funzionamento.
- h. Inserire le guarnizioni di tenuta della metà inferiore dei cuscinetti.
- i. Registrare i giochi delle guarnizioni di tenuta dei cuscinetti nel Rapporto di controllo.
- j. Applicare un leggero strato di olio per turbine sulla superficie di spinta caricata e sul pattino reggispinga. Montare il cuscinetto reggispinga caricato e gli spessori.

- k. Assicurarsi che la metà superiore del porta-cuscinetto sia pulita e che le superfici di appoggio siano prive di bave o rigonfiamenti. Rivestire il perno di banco del cuscinetto numero 3 e la metà superiore del porta-cuscinetto con olio per turbine.
- l. Posizionare la metà superiore del porta-cuscinetto sul perno di banco.
- m. Verificare la pulizia della metà superiore e inferiore della sede del cuscinetto numero 3 e le superfici di accoppiamento per la presenza di bave o rigonfiamenti. Applicare uno strato di stucco per giunzioni Loctite n. 49 sulle superfici di accoppiamento.
- n. Predisporre il sollevamento della sede del cuscinetto numero 3 e abbassare la sede in posizione, facendo attenzione a non danneggiare le guarnizioni di tenuta durante l'abbassamento.
- o. Applicare su bulloni, spine di riferimento e perni a espansione uno strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102, quindi installare i bulloni. Serrare e applicare la coppia alla bulloneria nella sequenza appropriata. Vedere [Figura 168](#).
- p. Verificare la pulizia della metà superiore e inferiore della sede del cuscinetto numero 4 e le superfici di accoppiamento per la presenza di bave o rigonfiamenti. Applicare uno strato di Loctite n. 49 sulle superfici di accoppiamento. Applicare uno strato di olio per turbine sul perno di banco e sul porta-cuscinetto.
- q. Predisporre il sollevamento della sede del cuscinetto numero 4 e abbassare la sede in posizione, facendo attenzione a non danneggiare le guarnizioni di tenuta e il cuscinetto reggispira durante l'abbassamento.
- r. Applicare su bulloneria e spine di riferimento uno strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102, quindi installare bulloni e caviglie. Serrare e applicare la coppia alla bulloneria nella sequenza appropriata. Vedere [Figura 168](#).
- s. Fare riferimento all'Operazione numero 21 della presente procedura per il Controllo principale e verificare i giochi di spinta del rotore di bassa pressione. Registrare i giochi nel Rapporto di controllo

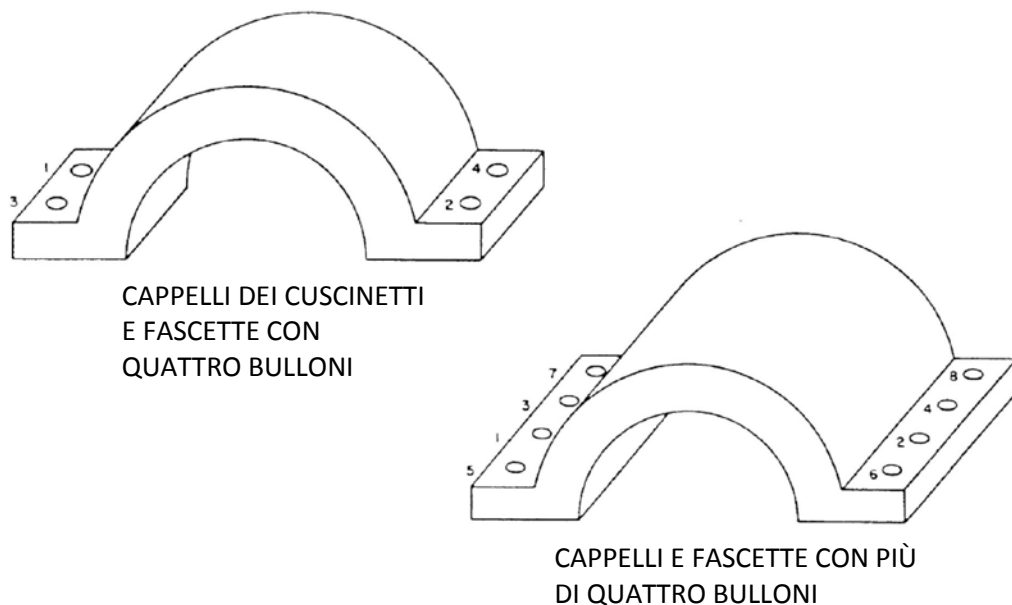
### **NOTA**



Fare riferimento al Diagramma dei giochi nella sezione Disegni di riferimento, all'interno del Manuale di assistenza tecnica, per le specifiche sui giochi di spinta.



**Figura 167 - MI-30- Predisposizione del sollevamento per rotore di bassa pressione**



**Figura 168 - MI-31 - Tipica sequenza di serraggio dei bulloni**

### 9.3.5 Operazione 86

#### Installare la metà inferiore dei portacuscinetti numero 1 e 2

- Verificare che le cavità dei cuscinetti siano pulite e controllare la superficie di appoggio della sede dei cuscinetti, per assicurarsi che sia in buone condizioni.
- Installare in posizione la metà inferiore dei portacuscinetti.
- Coprire le sedi dei cuscinetti fino all'avvenuta installazione del rotore.

### 9.3.6 Operazione 87

#### Installare il rotore di alta pressione e le sedi superiori dei cuscinetti numero 1 e 2

- Usando i paranchi a catena, predisporre il sollevamento in piano del rotore di alta pressione. Vedere [Figura 169](#) . Qualora non sia disponibile una barra distanziatrice, si dovrà usare un blocco, per mantenere i cavi staccati dalla turbina e dalle pale del compressore.



**NOTA**

Il blocco non dovrebbe poggiare contro le pale a cucchiaino o le pale e i cavi dovrebbero essere coperti, per proteggere le superfici meccaniche.

- b. Usando paranchi a catena, sollevare il rotore, staccandolo dall'armatura di legno. Assicurarsi che il rotore sia in piano, posizionandovi sopra una livella da meccanico.
- c. Spostare con cautela il rotore, posizionandolo al di sopra dell'unità.
- d. Assicurarsi che i perni di banco e i cuscinetti inferiori siano puliti. Applicare un leggero strato di olio per turbine sui cuscinetti per la lubrificazione.
- e. Usando i paranchi a catena, abbassare il rotore in posizione sui cuscinetti inferiori. Mantenere stabile il rotore, in quanto ogni oscillazione potrebbe causare danni alle pale a cucchiaino, alle guarnizioni di tenuta, ai cuscinetti, ecc.
- f. Applicare un leggero strato di olio per turbine sulla superficie del cuscinetto reggispinga non caricato. Montare il cuscinetto reggispinga non caricato e gli spessori di riferimento. Spingere il rotore contro il cuscinetto reggispinga. In questo modo il rotore verrà collocato approssimativamente nella posizione di funzionamento.
- g. Inserire le guarnizioni di tenuta della metà inferiore dei cuscinetti.
- h. Registrare i giochi delle guarnizioni di tenuta nel Rapporto di controllo.
- i. Applicare un leggero strato di olio per turbine sulla superficie di spinta caricata e sul pattino reggispinga. Montare il cuscinetto reggispinga caricato e gli spessori.
- j. Assicurarsi che la metà superiore del portacuscinetto sia pulita e che le superfici di appoggio siano prive di bave o rigonfiamenti. Rivestire il perno di banco del cuscinetto numero 2 e la metà superiore del portacuscinetto con olio per turbine.
- k. Posizionare la metà superiore del portacuscinetto sul perno di banco.
- l. Verificare la pulizia della metà superiore e inferiore della sede del cuscinetto numero 2 e le superfici di accoppiamento per la presenza di bave o rigonfiamenti. Applicare uno strato di stucco per giunzioni Loctite n. 49 sulle superfici di accoppiamento.
- m. Predisporre il sollevamento della sede del cuscinetto numero 2 e abbassare la sede in posizione, facendo attenzione a non danneggiare le linee di giunzione durante l'abbassamento.
- n. Applicare su bulloneria e spine di riferimento uno strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102, quindi installare i bulloni. Serrare e applicare la coppia alla bulloneria nella sequenza appropriata. Vedere [Figura 168](#).
- o. Verificare la pulizia della metà superiore e inferiore della sede del cuscinetto numero 1 e le superfici di accoppiamento per la presenza di bave o rigonfiamenti. Applicare uno strato di Loctite n. 49 sulle superfici di accoppiamento. Applicare uno strato di olio per turbine sul perno di banco e sul portacuscinetto.
- p. Predisporre il sollevamento della sede del cuscinetto numero 1 e abbassare la sede in posizione, facendo attenzione a non danneggiare le guarnizioni di tenuta e il cuscinetto reggispinga durante l'abbassamento.
- q. Applicare su bulloneria e spine di riferimento uno strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102, quindi installare bulloni e caviglie. Serrare e applicare la coppia ai bulloni nella sequenza appropriata. Vedere [Figura 168](#).

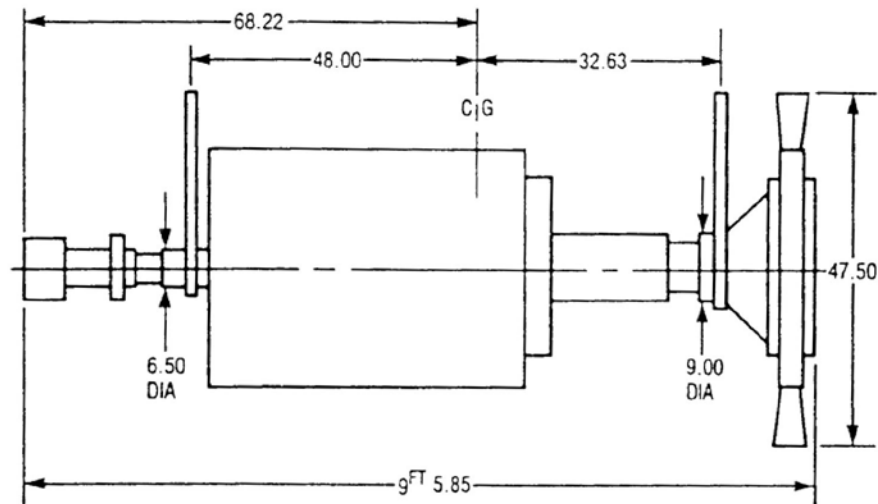
- r. Installare l'anello del pickup magnetico e ricollegare i cavi ai pickup. Verificare il gap sui pickup, che dovrebbe essere pari a ,045,055 pollici. Qualora vengano installati nuovi pickup, si dovrà applicare Loctite su filettature e controdadi.
- s. Installare e ricollegare il sensore di vibrazione alla sede. Realizzare tutti i tratti di condotti e tubazioni.
- t. Fare riferimento all'Operazione numero 17 della presente procedura per il ISPEZIONE PRINCIPALE e verificare i giochi di spinta del rotore di alta pressione e tutti i giochi del compressore. Registrare i giochi di spinta nel Rapporto di controllo. Registrare i giochi del compressore nel Rapporto di controllo.

**NOTA**

Fare riferimento al Diagramma dei giochi nella sezione Disegni di riferimento, all'interno del Manuale di assistenza tecnica, per le specifiche sui giochi.



Prima di procedere con il completamento del montaggio, si raccomanda di avviare la pompa ausiliaria dell'olio di lubrificazione ed eseguire una verifica accurata su eventuali perdite d'olio all'interno della turbina. Togliere la copertura delle tubazioni di alimentazione dell'olio verso gli ugelli atomizzatori dei giunti di carico ed eseguire una verifica accurata, per assicurarsi che non vi siano altre tubazioni di alimentazione dell'olio aperte, prima di avviare la pompa ausiliaria dell'olio.



**Figura 169 - MI-32- Predisposizione del sollevamento per rotore di alta pressione**

### 9.3.7 Operazione 88

#### Installare il deflettore interno della cassa di scarico del compressore

- Predisporre il sollevamento del deflettore interno della cassa di scarico del compressore
- Pulire le flange della giunzione verticale e orizzontale e verificare le superfici di accoppiamento per la presenza di bave o rigonfiamenti.
- Verificare la pulizia della metà inferiore del deflettore interno.
- Sollevare e posizionare sulla metà inferiore. Applicare uno strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sui bulloni della giunzione orizzontale. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.

### 9.3.8 Operazione 89

#### Rilevare i giochi del rotore primo stadio della turbina

- Con il rotore di alta pressione in posizione completamente avanzata (verso l'ingresso del compressore), rilevare e registrare i giochi del rotore primo stadio della turbina sul Rapporto di controllo.

**NOTA**

Fare riferimento alla sezione Controllo delle parti calde, Operazione 13, nelle presenti Istruzioni di controllo e manutenzione, per dettagli e procedure di rilevamento dei giochi della turbina.

**9.3.9 Operazione 90**

**Installare la cassa di scarico/ingresso del compressore (vedi [Figura 170](#) / [Figura 171](#) )**

- a. Predisporre il sollevamento, usando paranchi a catena, per alzare la metà superiore della cassa di scarico del compressore. Vedere [Figura 172](#) .
- b. Pulire i fronti delle flange e assicurarsi che siano privi di bave e rigonfiamenti. Applicare lo stucco per giunzioni Perfect Seal sulla flangia della giunzione orizzontale e solo per un tratto di 1 pollice sui due lati della giunzione a quattro vie. Applicare Fel-Pro C-102 alle flange verticali.
- c. Verificare la pulizia dell'area della metà inferiore della turbina.
- d. Sollevare in piano la cassa di scarico del compressore al di sopra dell'unità. Usando i perni di guida e il paranco a catena, abbassare la cassa in posizione sulla metà inferiore.
- e. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sulla bulloneria, installare i bulloni, senza serrarli.
- f. Predisporre il sollevamento, usando un paranco a catena, per alzare la metà superiore della cassa di ammissione. Vedere [Figura 173](#) .
- g. Pulire i fronti delle flange e verificare la presenza di bave o rigonfiamenti. Applicare lo stucco per giunzioni Perfect Seal sulle flange della giunzione orizzontale e unicamente per un tratto pari a un pollice sui due lati della giunzione a 4 vie. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 alle flange della giunzione verticale.
- h. Sollevare in piano la cassa di ammissione al di sopra dell'unità. Usando i perni di guida e i paranchi a catena, abbassare la cassa in posizione.
- i. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 ai bulloni, ai bulloni a espansione e alle spine di riferimento. Installare i bulloni e i bulloni a espansione della giunzione orizzontale. Partendo dal bullone centrale, serrare e applicare la coppia prevista a ciascun bullone, anteriormente e posteriormente in alternanza, sui due lati, fino a serrare tutti i bulloni. Vedere [Figura 174](#) .

**NOTA**

Non tralasciare i due (2) bulloni orizzontali nel raccordo della corrente d'aria. Uno (1) su ciascun lato.

- j. Installare i bulloni e le spine di riferimento della giunzione verticale tra la cassa di ammissione e la cassa di scarico del compressore. Iniziare a serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni presso la centratura verticale superiore, procedendo alternativamente verso il basso sui due lati. Vedere [Figura 174](#) .

- k. Serrare e applicare la coppia prevista, in base alla sequenza, ai bulloni della giunzione orizzontale della cassa di scarico del compressore Vedere [Figura 174](#).
- l. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sui tre bulloni assiali, usati tra il deflettore interno di scarico del compressore e la cassa di scarico. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.

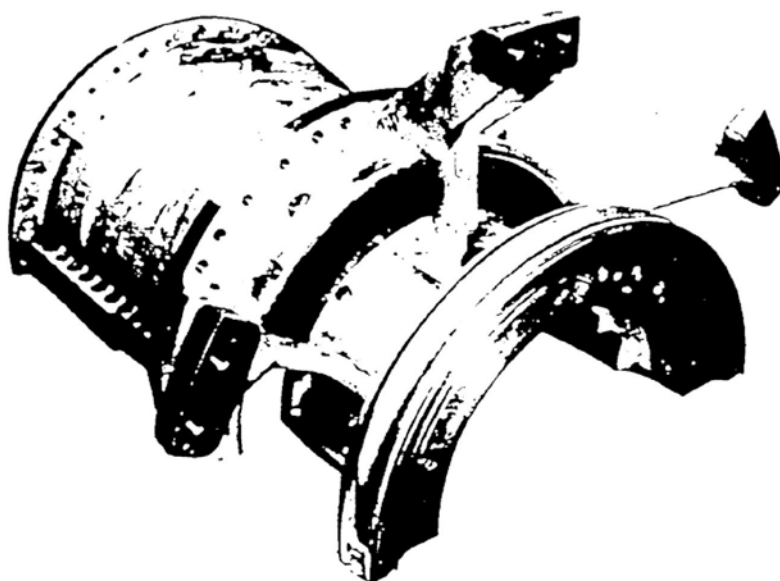
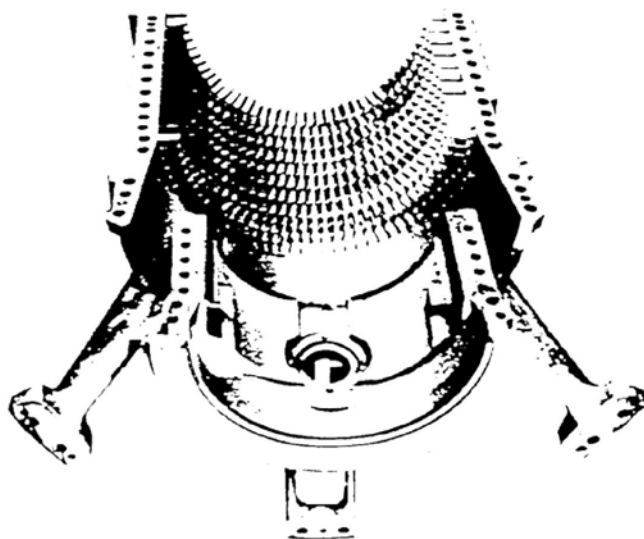
#### **9.3.10 Operazioni da 91 a 94**

**Eseguire le operazioni di rimontaggio per il Controllo delle parti calde (HGPI) come indicato dal [Paragrafo 8.3.2](#) al [Paragrafo 8.3.5](#)**

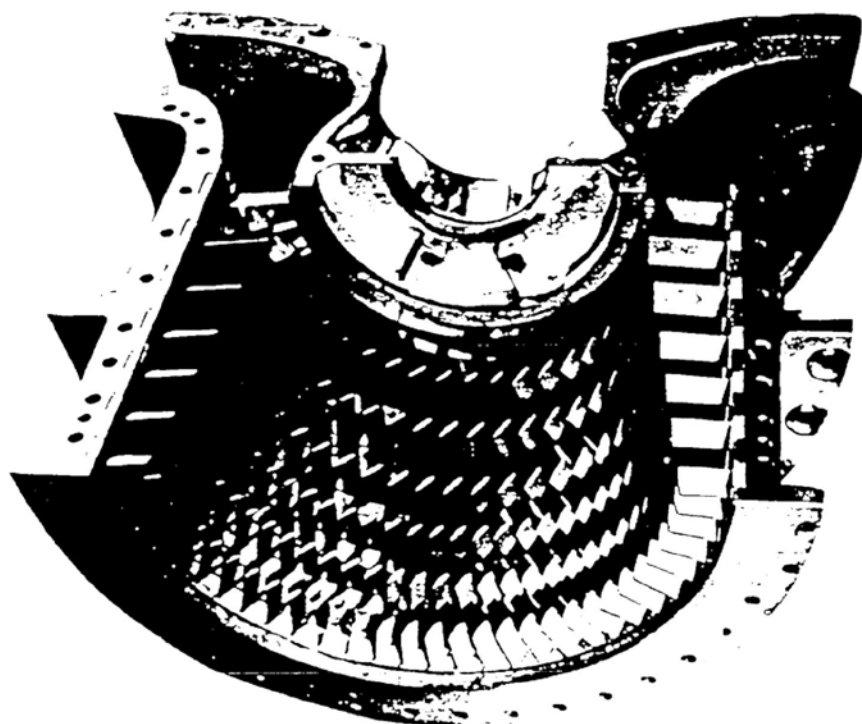
#### **9.3.11 Operazione 95**

**Rilevare i giochi del rotore secondo stadio della turbina**

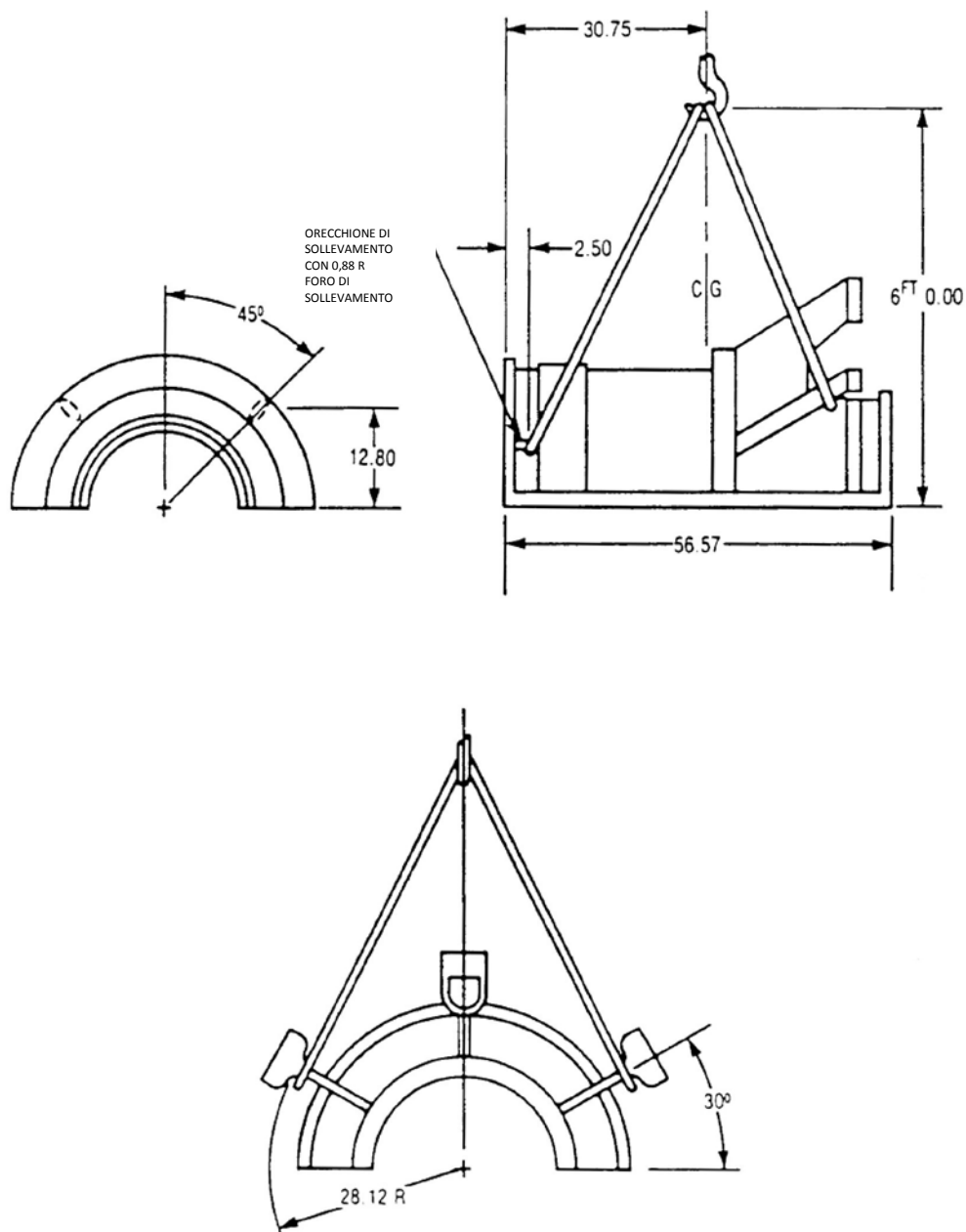
- a. Fare riferimento alla sezione Controllo delle parti calde, [Paragrafo 8.1.8](#) operazione 19, nelle presenti Istruzioni di ispezione e manutenzione per dettagli e procedure.



**Figura 170 - MI-33 - Metà superiore della cassa di scarico del compressore**

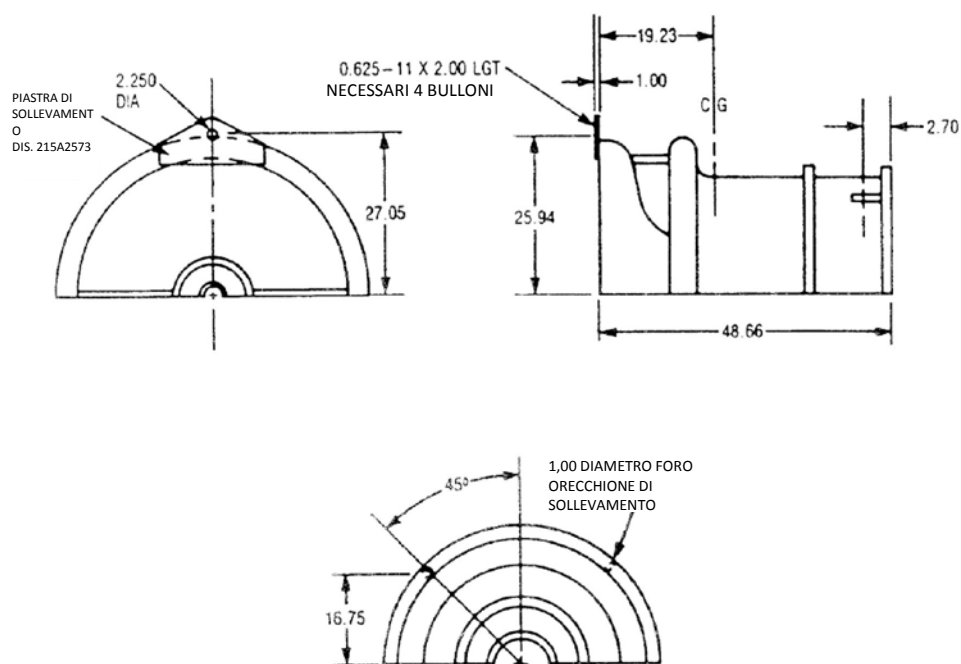


**Figura 171 - MI-34 - Metà superiore cassa di ammissione del compressore**

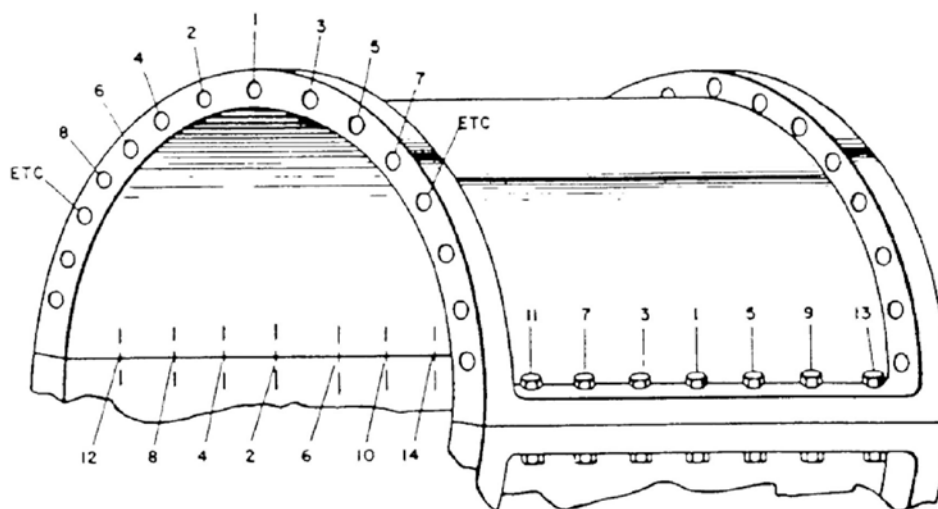


**Figura 172 - MI-35 - Predisposizione del sollevamento per la metà superiore della cassa di scarico del compressore**





**Figura 173 - MI-36 - Predisposizione del sollevamento per la metà superiore della cassa d'ammissione**



**Figura 174 - MI-37 - Sequenza di serraggio dei bulloni**

### 9.3.12 Operazione 96

Eseguire le operazioni di rimontaggio per il Controllo delle parti calde (HGPI) come indicato dal [Paragrafo 8.3.1](#)

### 9.3.13 Operazione 97

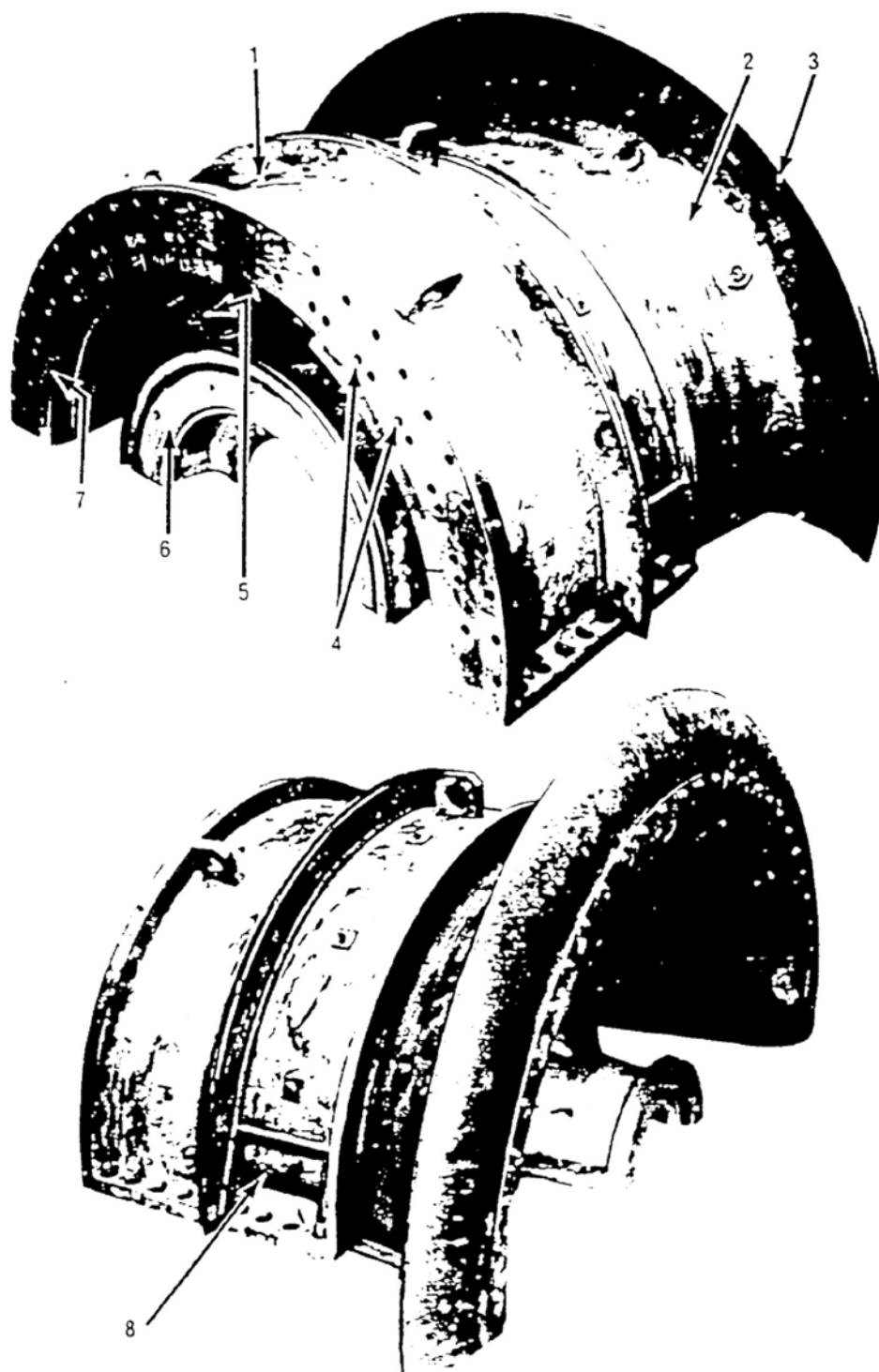
Eseguire le operazioni di rimontaggio per il controllo di camicia e pezzi di transizione (LTPI) come indicato dal [Paragrafo 7.4.1](#)

### 9.3.14 Operazione 98

**Installare la metà superiore della cassa di scarico (vedere [Figura 175](#) )**

- Predisporre il sollevamento, usando paranchi a catena, per alzare la metà superiore della cassa di scarico. Vedere [Figura 176](#) .
- Pulire i fronti delle flange e verificare la presenza di bave o rigonfiamenti.
- Installare le guarnizioni sulle flange della giunzione orizzontale e il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sulle flange della giunzione verticale.
- Sollevare in piano la cassa di scarico al di sopra dell'unità, installare i perni di guida, abbassare in posizione, usando i paranchi a catena. Assicurarsi che la cappa si innesti correttamente nel deviatore d'aria.
- Applicare su bulloni, spine di riferimento e perni a espansione uno strato di composto anti-grippante Fel-Pro C-102.
- Installare la cassa interna, i bulloni e le spine di riferimento della giunzione orizzontale interna del deflettore interno. Serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni.

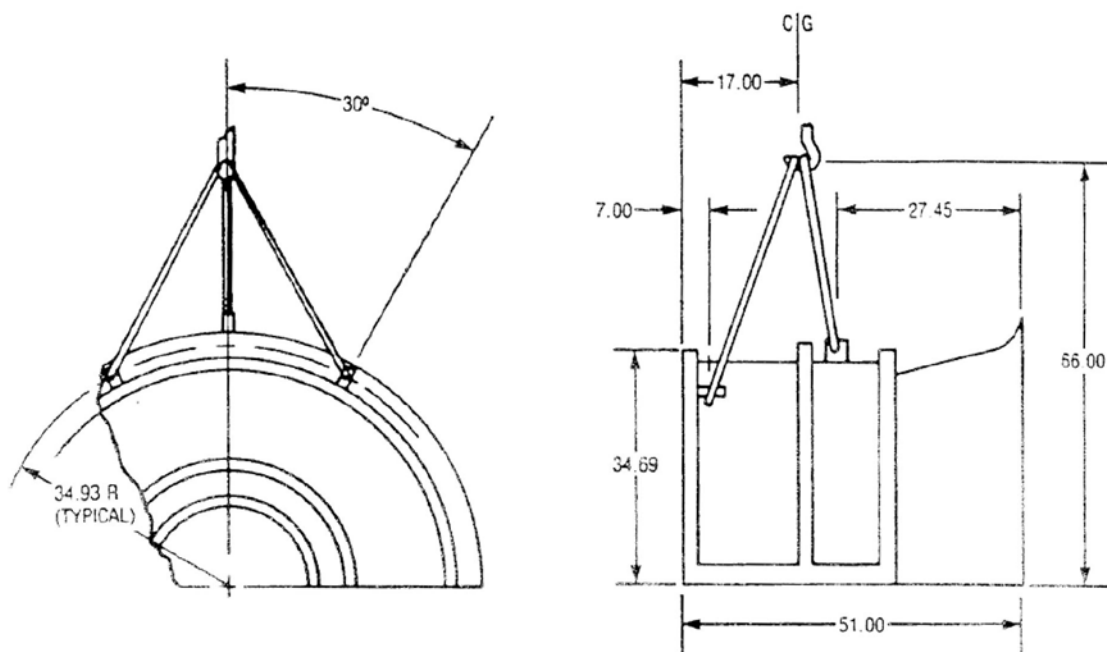
- g. Installare i bulloni della flangia verticale posteriore del deflettore interno. Serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni.
- h. Installare le nuove guarnizioni ceramiche e le piastre di copertura (finestre) sui lati sinistro e destro della metà superiore della cassa interna.
- i. Installare i bulloni e i perni a espansione orizzontali esterni. Serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni.
- j. Installare le piastre di copertura sulle giunzioni orizzontali del lato sinistro e destro. Serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni. Fissare le piastre di bloccaggio per i bulloni.



**Figura 175 - MI-38 - Viste della metà superiore della cassa di scarico**

**LEGENDA**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | DEFLETTORE ESTERNO.  |
| 2 | DIFFUSORE ESTERNO.   |
| 3 | DEVIATORE.   |
| 4 | FORI PER IL RAFFREDDAMENTO AD ARIA FORZATA DEI MONTANTI.     |
| 5 | MONTANTI.  |
| 6 | DEFLETTORE INTERNO.  |
| 7 | SEGMENTO ANELLO - RUOTA TURBINA 2° STADIO.                   |
| 8 | POSIZIONE PIASTRA DI COPERTURA GIUNZIONE ORIZZONTALE ESTERNA |



**Figura 176 - MI-39 - Predisposizione del sollevamento per metà superiore cassa di scarico**

### 9.3.15 Operazione 99

**Installare la metà superiore diffusore interno di scarico (vedere [Figura 177](#) )**

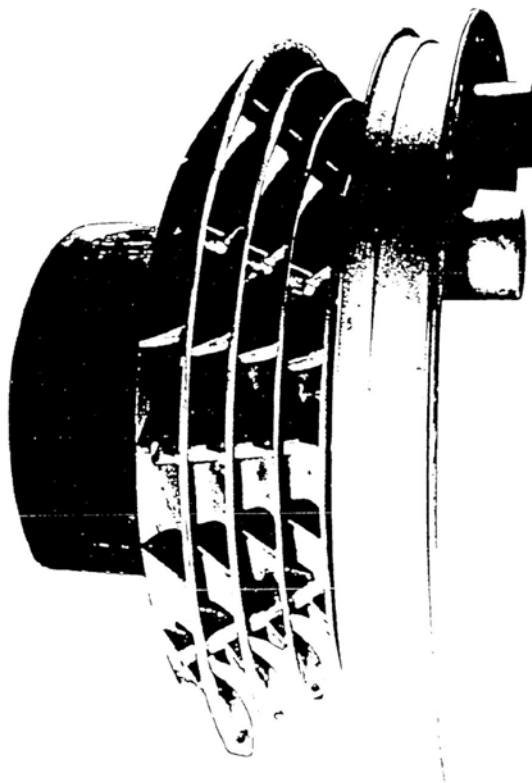
- a. Predisporre il sollevamento del diffusore, usando paranchi a catena, morsetti tirafilo, cavi e maniglion, in modo da alzare il diffusore e posizionarlo nel plenum di scarico attraverso la parete posteriore. Sarà necessario regolare l'imbracatura del diffusore, durante la movimentazione attraverso la parete.

- b. Installare nuove guarnizioni sulle flange verticali e orizzontali.
- c. Sollevare e posizionare il diffusore sulla metà inferiore.
- d. Rivestire i bulloni con composto anti-grippante Fel-Pro C-102.
- e. Installare tutta la bulloneria interna delle flange verticali e orizzontali. Serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni.
- f. Installare i sei (6) bulloni verticali esterni della flangia. Serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni.

**NOTA**

I bulloni verticali esterni e orizzontali delle alette deviatrici devono essere saldati mediante puntatura. Fare riferimento al Disegno complessivo della cassa di scarico nel volume Elenco dei componenti e disegni del Manuale di assistenza tecnica per le saldature mediante puntatura su bulloni e dadi.

- g. Installare le piastre di tenuta, (deviatori) tra la sede dei cuscinetti e la sezione delle alette deviatrici.
- h. Installare il meccanismo di scatto per sovravelocità, l'interruttore di velocità eccessiva e il sensore di vibrazione. Ricollegare i cavi all'interruttore di velocità eccessiva, al sensore di vibrazione e ai pickup magnetici.
- i. Eseguire una verifica finale, per assicurarsi che tutti i dispositivi e i cavi siano collegati nell'estremità posteriore del plenum di scarico.



**Figura 177 - MI-40 - Metà superiore insieme diffusore di scarico.**

### 9.3.16 Operazione 100

#### Installare le piastre flessibili posteriori del plenum di scarico

- a. Verificare che le superfici e le scanalature della giunzione di tenuta siano pulite.
- b. Posizionare il feltro isolante agugliato, i segmenti di tenuta flessibili, le nuove guarnizioni e i morsetti dei segmenti. Vedere [Figura 178](#).



#### **NOTA**

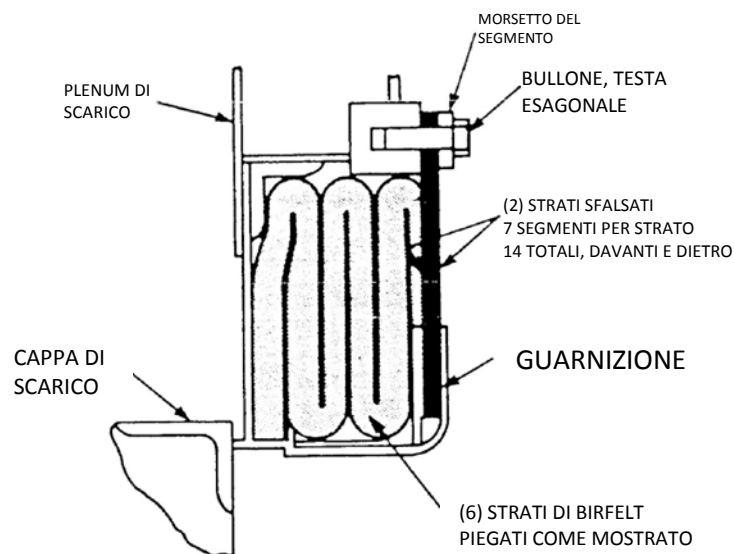
Montare la guarnizione tra i due strati di isolamento con giunzioni sulle centrature verticali e orizzontali. Massimo gap presso le giunzioni ,030 pollici.

- c. 3 Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sui bulloni. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.

### 9.3.17 Operazione 101

#### Installare la parete anteriore dei pezzi di transizione di scarico

- a. Installare una nuova guarnizione sulla parete del plenum.
- b. Predisporre il sollevamento della parete e posizionarla sul pezzo di transizione di scarico.
- c. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sui bulloni. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.



**Figura 178 - MI-41 - Dettaglio dell'insieme delle guarnizioni di tenuta posteriori del plenum di scarico**

### 9.3.18 Operazione 102

#### Installare la parete anteriore e le piastre flessibili del plenum di scarico

- a. Installare le nuove guarnizioni sui fronti delle flange della parete anteriore del plenum di scarico.
- b. Predisporre il sollevamento della parete del plenum. Sollevare l'insieme della parete e posizionarlo sul plenum di scarico.
- c. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sui bulloni. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.
- d. Verificare che le superfici e le scanalature della giunzione di tenuta siano pulite.
- e. Installare i segmenti di tenuta flessibili, la guarnizione e i morsetti dei segmenti. Vedere [Figura 179](#).

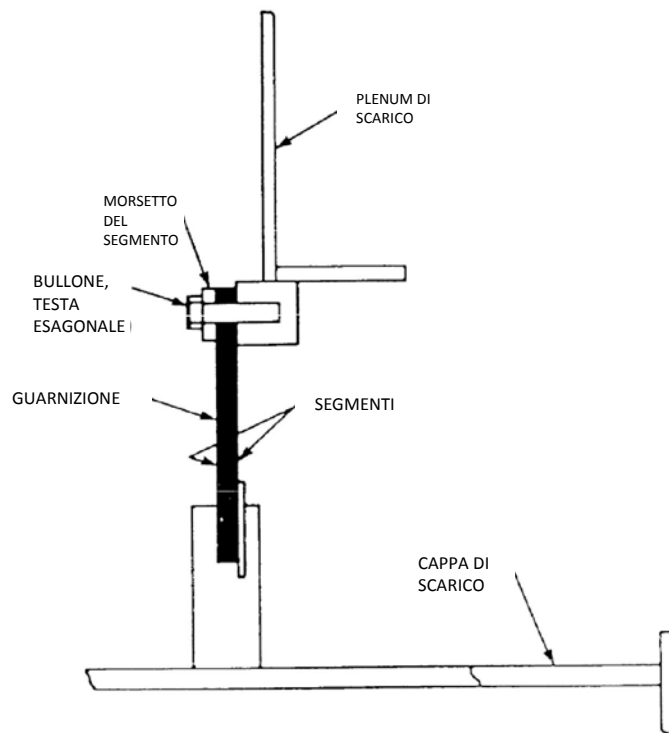
#### **NOTA**



Montare la guarnizione tra i due strati di isolamento con giunzioni sulle centrature verticali e orizzontali. Massimo gap presso le giunzioni ,030 pollici.

- f. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sui bulloni. Installare i bulloni e applicare la coppia prevista.





**Figura 179 - MI-42 - Dettaglio dell'insieme delle guarnizioni di tenuta anteriori del plenum di scarico**

### 9.3.19 Operazioni 103 e 104

Eseguire le operazioni di rimontaggio per il Controllo delle parti calde (HGPI) come indicato dal [Paragrafo 8.3.6](#) al [Paragrafo 8.3.7](#)

### 9.3.20 Operazione 105

#### installare la metà superiore del plenum d'ingresso

- Predisporre il sollevamento, usando paranchi a catena, per alzare la metà superiore del plenum d'ingresso. Vedere [Figura 180](#).
- Applicare lo stucco per giunzioni RTV-102, montare nuove guarnizioni sulle superfici di accoppiamento.
- Controllare la metà inferiore del plenum d'ingresso e la bocca a campana della cassa di ammissione del compressore, verificandone la pulizia e l'assenza di qualunque corpo estraneo.

#### **ATTENZIONE**

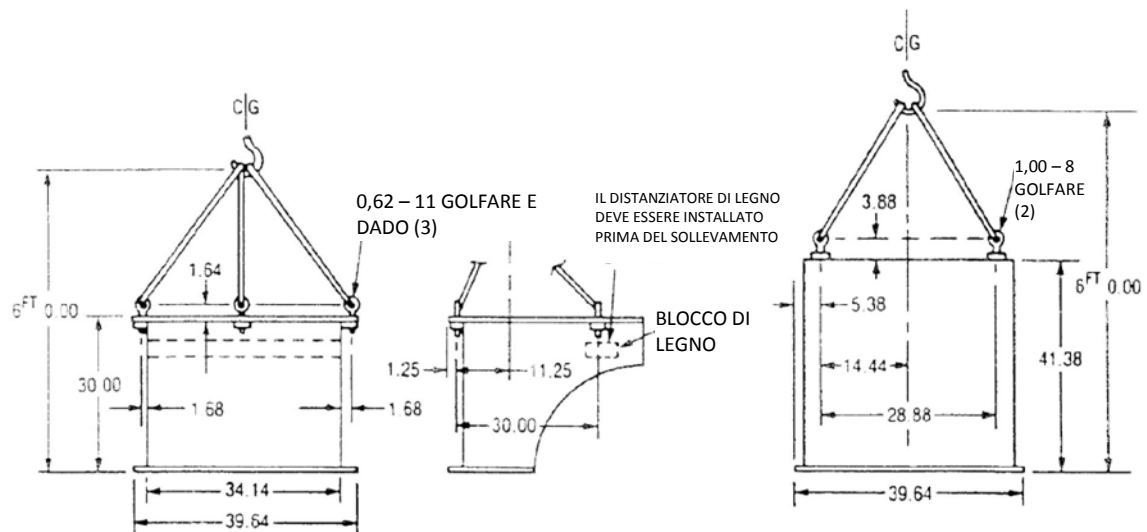
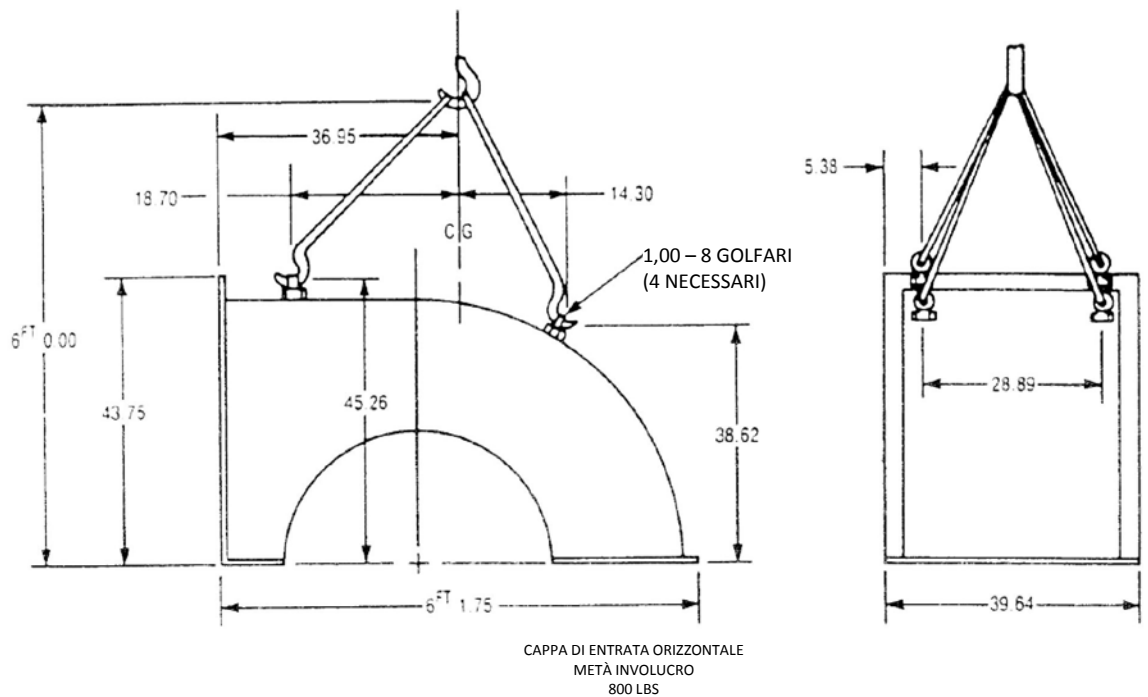


Il presente controllo è di importanza critica e l'area deve essere monitorata attentamente e costantemente, durante il rimontaggio del plenum d'ingresso.

- Sollevare la metà superiore del plenum e posizionarla sulla metà inferiore. Usando un paranco a catena, abbassare il plenum fino a raggiungere la posizione finale.



- e. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 alla bulloneria e installare tutti i bulloni. Serrare e applicare la coppia prevista ai bulloni.
- f. Rimuovere il rinforzo di irrigidimento temporaneo dall'interno del plenum.



**Figura 180 - MI-43 - Predisposizione del sollevamento per la metà superiore del plenum d'ingresso**

### 9.3.21 Operazione 106

Eseguire le operazioni di rimontaggio per il Controllo delle parti calde (HGPI) come indicato dal [Paragrafo 8.3.9](#)

### 9.3.22 Operazione 107

**Verificare nuovamente l'allineamento tra il riduttore e la turbina**



#### **NOTA**

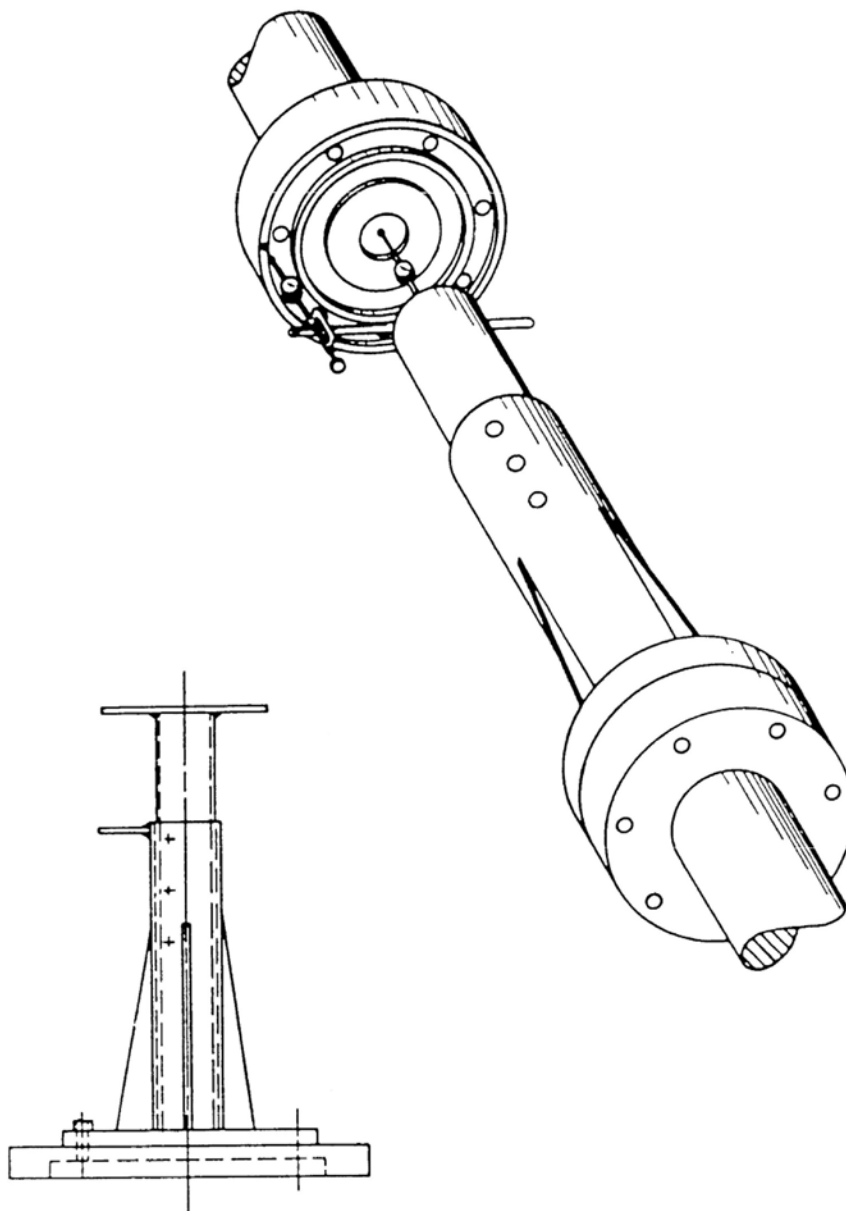
Si consiglia di consultare il Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company durante l'esecuzione delle verifiche di allineamento.

- a. Verificare nuovamente l'allineamento tra la turbina e il riduttore e confrontare con le letture sull'allineamento, rilevate durante lo smontaggio.
- b. Applicare il dispositivo di allineamento e gli indicatori a quadrante all'albero del riduttore e verificare l'allineamento del riduttore con la turbina. Vedere [Figura 181](#).
- c. Fare riferimento alle Istruzioni, Allineamento, nella sezione dei Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica per le specifiche sull'allineamento.
- d. Registrare le letture finali dell'allineamento nel Rapporto di controllo.

### 9.3.23 Operazione 108

**Verificare nuovamente l'allineamento tra la turbina e il riduttore di carico**

- a. Verificare nuovamente l'allineamento tra la turbina e il riduttore di carico e confrontare con le letture sull'allineamento, rilevate durante lo smontaggio.
- b. Applicare il dispositivo di allineamento e gli indicatori a quadrante all'albero della turbina e verificare l'allineamento della turbina con il riduttore di carico.
- c. Fare riferimento ai Dati, Istruzioni per l'allineamento sul campo, nella sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica per le specifiche sull'allineamento.
- d. Registrare le letture finali dell'allineamento nel Rapporto di controllo.



**Figura 181 - MI-44 - Settaggio del dispositivo di allineamento e degli indicatori a quadrante per le verifiche dell'allineamento**

### 9.3.24 Operazione 108

Eseguire le verifiche finali sul posizionamento del rotore

#### **NOTA**



Tutte le verifiche sul posizionamento del rotore dovrebbero essere sottoposte al Referente di zona per il servizio di assistenza tecnica di General Electric Company per la relativa valutazione. Tutte le letture finali dovrebbero essere comprese entro le tolleranze specificate nel

"Diagramma dei giochi", all'interno della sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica.

- a. Fare riferimento al [Paragrafo 9.1.8](#), smontaggio operazione 25, [a](#), [b](#), [c](#), [d](#), [e](#), [f](#), [g](#) nella presente procedura relativa al Controllo principale per dettagli e procedure riguardanti le verifiche sul posizionamento del rotore.
- b. Registrare le verifiche finali sul posizionamento, relative a compressore e turbina, nei Rapporti di controllo.

### 9.3.25 Operazione 109

#### **Installare il giunto ausiliario**

- a. Predisporre il sollevamento del giunto, usando fasce di sollevamento in nylon e un paranco a catena sul gancio della gru. Sollevare in posizione, accertandosi che l'insieme del giunto sia correttamente orientato da estremità a estremità e che tutte le marcature degli accoppiamenti tra mozzo e manicotto, manicotto e albero della turbina e manicotto di accoppiamento e riduttore siano allineate.

#### **NOTA**

Le superfici di accoppiamento devono essere pulite e prive di bave. Ove applicabile, gli "O" ring dovrebbero



essere sostituiti durante il rimontaggio dei giunti.

Fare riferimento al Grafico orientativo per la lubrificazione nelle PROCEDURE standard, [Paragrafo 2](#) delle presenti Istruzioni di controllo e manutenzione per indicazioni in merito al grasso e ai lubrificanti appropriati per i giunti lubrificati con grasso e i giunti a bagno d'olio.

- b. Giunti lubrificati con grasso:
  1. Distribuire a mano il grasso sul mozzo e sulla dentatura del manicotto, usando il prodotto indicato nel Diagramma orientativo per la lubrificazione. L'eventuale grasso avanzato (rispetto alla quantità specificata), dopo aver ingrassato la dentatura, dovrebbe essere distribuito tra le facce del mozzo, in prossimità della centratura assiale. Il grasso verrà spinto nella dentatura attraverso la forza centrifuga, una volta che l'albero sia stato azionato a pieno regime.

**ATTENZIONE**

Non usare una quantità di grasso superiore a quanto specificato per ciascuna estremità dell'albero di accoppiamento; la forza centrifuga, esercitata durante il funzionamento, tende a spingere il grasso in eccesso, facendolo fuoriuscire dalle guarnizioni di tenuta.

2. Ricoprire leggermente tutte le guarnizioni di tenuta prima del montaggio.
  3. Rivestire i bulloni del giunto con composto anti-grippante Fel-Pro C-102. Installare i bulloni e i dadi del giunto nella stessa posizione riscontrata in origine. Serrare i dadi leggermente intorno al giunto. L'applicazione della coppia finale dovrebbe essere effettuata su due dadi alla volta, intervenendo su due dadi opposti a 180°. Verificare di nuovo tutti i dadi, dopo aver applicato la coppia. La coppia applicata ai bulloni e ai dadi del giunto dovrebbe essere conforme ai valori specificati. Vedere la [Figura 182](#) e la [Tabella 26](#).
  4. Settare gli indicatori a quadrante e verificare nuovamente il gioco assiale e radiale del giunto. Il gioco assiale dovrebbe essere almeno pari a ,540 pollici e il gioco radiale ,005 pollici o inferiore. Registrare le letture finali nel Rapporto di controllo.
- c. Giunti in bagno d'olio
1. Lubrificare tutte le guarnizioni di tenuta con olio per giunti prima di montare il giunto.
  2. Lubrificare i bulloni del giunto con composto anti-grippante Fel-Pro C-102. Installare i bulloni e i dadi del giunto nella stessa posizione riscontrata in origine. Serrare i dadi leggermente intorno al giunto. L'applicazione della coppia finale dovrebbe essere effettuata su due dadi alla volta, intervenendo su due dadi opposti a 180°. Verificare di nuovo tutti i dadi, dopo aver applicato la coppia. La coppia applicata ai bulloni (dadi) del giunto dovrebbe essere conforme ai valori specificati. Vedere la [Figura 182](#) e la [Tabella 26](#).
  3. Settare gli indicatori a quadrante e verificare nuovamente il gioco assiale e radiale del giunto. È necessario rimuovere il tappo di riempimento a ciascuna estremità, in modo da spostare il distanziatore. Il gioco assiale dovrebbe essere almeno pari a ,540 pollici e il gioco radiale ,005 pollici o inferiore. Registrare le letture finali nel Rapporto di controllo.
  4. Rimuovere un tappo di riempimento a ciascuna estremità del giunto. Riempire ogni estremità del giunto con la quantità prescritta di olio. Vedere [Figura 183](#).

**NOTA**

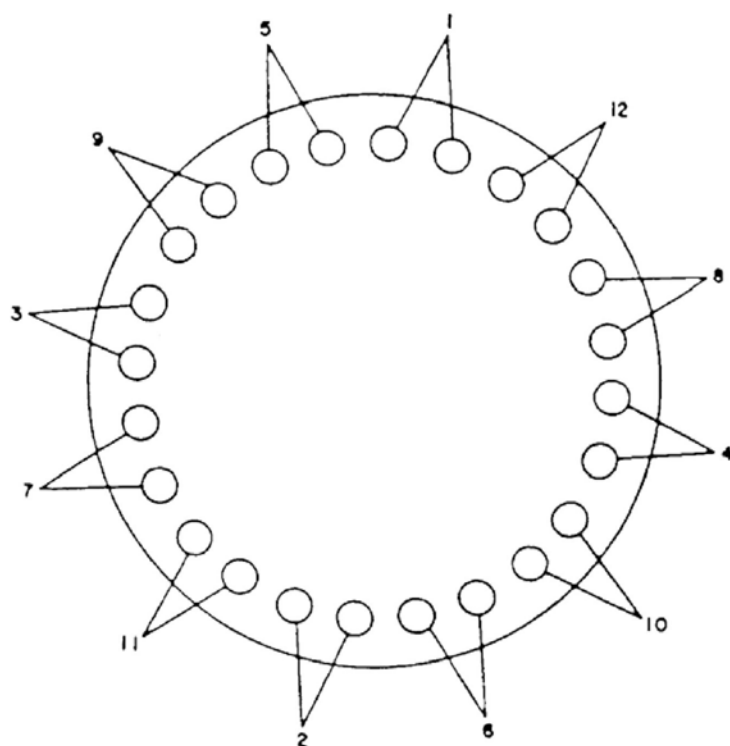
L'olio dovrebbe essere riscaldato a circa 100E, prima di versarlo nel foro di riempimento del giunto.

- d. Giunti a lubrificazione continua:
1. Lubrificare i bulloni del giunto con composto anti-grippante Fel-Pro C-102. Installare i bulloni e i dadi del giunto nella stessa posizione riscontrata in origine. Serrare i dadi leggermente intorno al giunto. L'applicazione della coppia finale dovrebbe essere effettuata su due dadi alla volta, intervenendo su due dadi opposti a 180 gradi. Verificare di nuovo tutti i dadi, dopo aver applicato la coppia. La coppia applicata ai bulloni (dadi) del giunto dovrebbe essere conforme ai valori specificati. Vedere la [Figura 182](#) e la [Tabella 26](#).
  2. Settare gli indicatori a quadrante e verificare nuovamente il gioco assiale e radiale del giunto. Il gioco assiale dovrebbe essere almeno pari a ,540 pollici e il gioco radiale ,005 pollici o inferiore. Registrare le letture finali nel Rapporto di controllo.
- e. Giunti a diaframma flessibili:
1. Fare riferimento alle Istruzioni sull'allineamento in fabbrica, nella sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica per il montaggio, l'allineamento e i valori delle coppie, qualora il giunto di cui sopra sia applicabile all'unità.

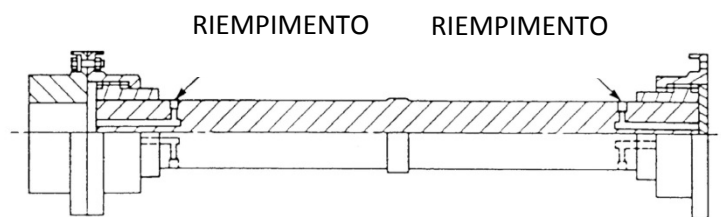
Dimensione bullone	Coppia pollici libbre *	Coppia piedi libbre*
,312-24	200	17
,375-16	225	19
,375-24	340	28
,500-20	875	73
,625-18	1750	146
,750-16	---	200
1,000-12	---	600
* Le filettature e le superfici delle rondelle devono essere rivestite con il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 o un		

Tabella 26 - MI-3 - Valori della coppia per i bulloni del giunto





**Figura 182 - MI-45 - Tipica sequenza di serraggio per i bulloni del giunto**



**Figura 183 - MI-46 - Orientamento del giunto per l'aggiunta del lubrificante**

### 9.3.26 Operazione 110

#### Installare il giunto di carico

- a. Giunto a lubrificazione continua:
  1. Predisporre il sollevamento del giunto di carico, usando una braca a strozzo di nylon, posizionata uniformemente per bilanciare il giunto. Usando un paranco a catena, eseguire il fissaggio ai dispositivi di sollevamento.

#### **NOTA**



Assicurarsi che i manicotti di accoppiamento siano adeguatamente orientati sull'albero di accoppiamento, allineando le marcature di accoppiamento, e che il giunto di dilatazione sia sistemato al di sopra del giunto, prima che il giunto venga spostato e posizionato. Applicare uno strato leggero di composto anti-grippante Fel-Pro C-102 sulle scanalature delle flange di accoppiamento.

2. Allineare le marcature della flangia di accoppiamento della turbina con le marcature del manicotto di accoppiamento e le marcature della flangia di accoppiamento dell'apparecchiatura condotta con le marcature del manicotto di accoppiamento.
3. Applicare il composto anti-grippante Fel-Pro C-102 ai bulloni del giunto e installare i bulloni nelle posizioni originali. Serrare leggermente tutti i bulloni.
4. L'applicazione della coppia finale dovrebbe essere effettuata su due dadi alla volta in sequenza, intervenendo su due dadi opposti a 180°. La coppia applicata ai bulloni dovrebbe essere conforme ai valori specificati. Vedere la [Figura 182](#) e la relativa [Tabella 26](#).
5. Verificare il gioco assiale del giunto. Il gioco assiale dovrebbe corrispondere ad almeno ,480 pollici. Registrare le letture finali nel Rapporto di controllo.

- b. Giunti a diaframma flessibili:
  - 1. Fare riferimento ai Dati, Istruzioni per l'allineamento sul campo, nella sezione Disegni di riferimento del Manuale di assistenza tecnica per il montaggio, l'allineamento e i valori delle coppie, qualora il giunto di cui sopra sia applicabile all'unità.

### 9.3.27 Operazione 111

#### Installare la protezione del giunto di carico

- a. Verificare che tutte le flange e le superfici di giunzione siano state pulite.
- b. Applicare lo stucco per giunti Instant Seal Loctite alla flangia e alle superfici di giunzione. Rivestire la bulloneria con composto anti-grippante Fel-Pro C-102.

#### **NOTA**



Le guarnizioni, eventualmente utilizzate presso l'estremità dell'apparecchiatura condotta e della flangia della turbina, dovrebbero essere nuove. La fessura sulla guarnizione dovrebbe essere il più possibile vicina all'estremità superiore della protezione.

- c. Supportare il giunto di dilatazione e rimuovere il blocco per l'albero di accoppiamento.
- d. Bullonare la flangia posteriore del giunto di dilatazione alla flangia anteriore dell'apparecchiatura condotta.
- e. Bullonare senza stringere il coprigiunto anteriore inferiore alla flangia posteriore della sede del cuscinetto numero 4.
- f. Bullonare il coprigiunto anteriore superiore alla metà inferiore. Bullonare la metà superiore alla flangia posteriore della sede del cuscinetto numero 4 e serrare la metà inferiore.
- g. Bullonare la metà inferiore del coprigiunto centrale alla metà inferiore del coprigiunto anteriore.
- h. Installare i bulloni e i dadi della metà inferiore della giunzione verticale nella flangia anteriore del giunto di dilatazione. Non serrare. Rimuovere le coperture, installare le tubazioni dell'olio e verificare la regolazione dell'ugello atomizzatore. Vedere [Figura 184](#).
- i. Installare la metà superiore del coprigiunto centrale e bullonare alla metà superiore del coprigiunto anteriore.
- j. Bullonare la giunzione orizzontale del coprigiunto centrale.
- k. Rimuovere i martinetti a vite sui soffiotti del giunto di dilatazione. Installare i bulloni della flangia verticale della metà superiore. Serrare i bulloni della flangia verticale della metà superiore e inferiore.
- l. Serrare e applicare la coppia a tutti i bulloni nella sequenza corretta, stringendo alternativamente i bulloni diametralmente opposti.

### 9.3.28 Operazione 112

#### Installare il coprigiunto ausiliario

- a. Verificare che tutte le flange e le superfici di giunzione siano state pulite.
- b. Applicare lo stucco per giunti Instant Seal Loctite alla flangia e alle superfici di giunzione. Rivestire la bulloneria con composto anti-grippante Fel-Pro C-102.

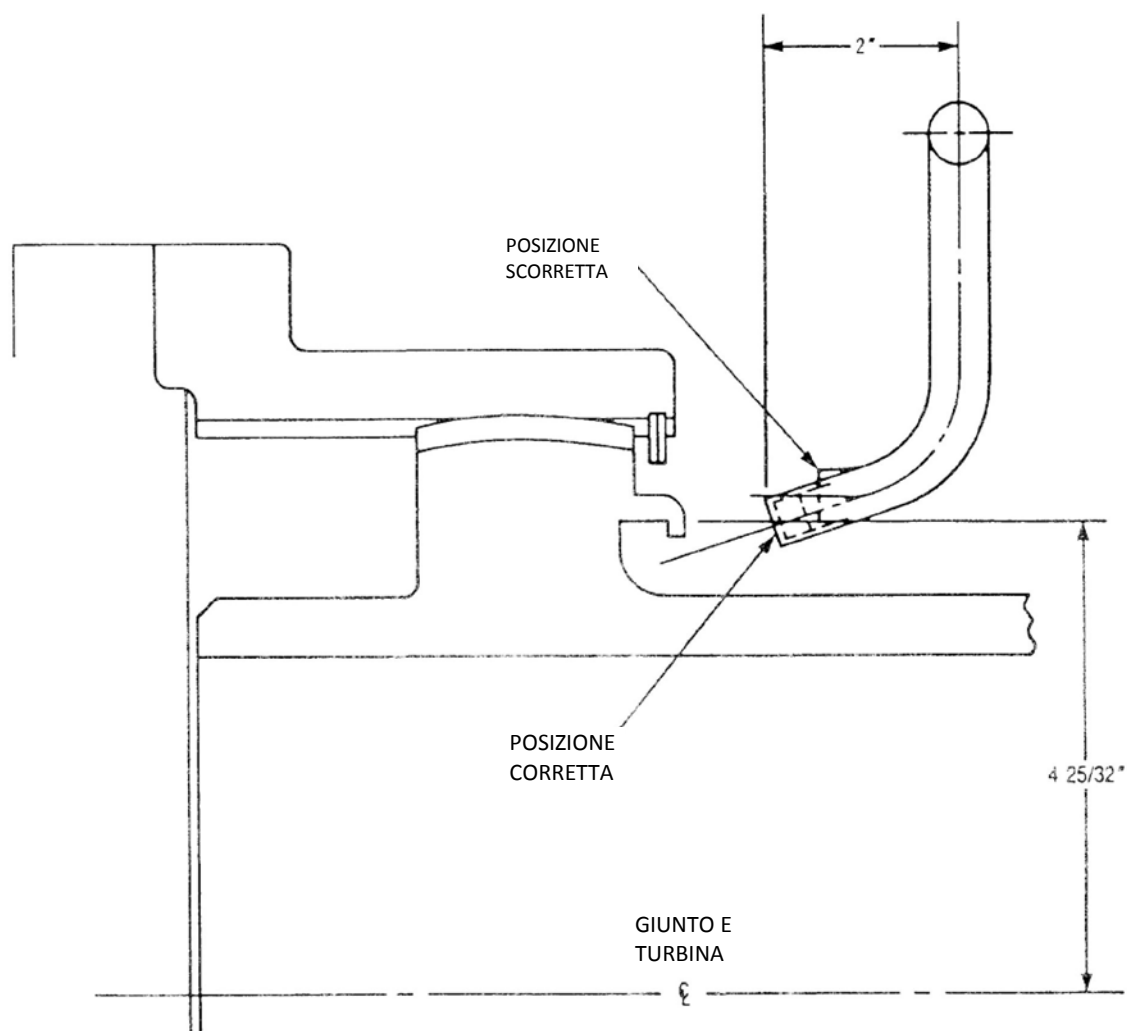
**NOTA**

Le guarnizioni, eventualmente utilizzate presso l'estremità del riduttore e della turbina, dovrebbero essere nuove e la fessura sulla guarnizione dovrebbe essere il più possibile vicina all'estremità superiore della protezione

- c. Per l'installazione dei coprigiunti con giunti in bagno d'olio o lubrificati con grasso, procedere nel seguente modo:
1. Sollevare il coprigiunto posteriore e posizionarlo, bullonandolo senza stringere alla sede del cuscinetto numero 1.
  2. Sollevare il coprigiunto anteriore e posizionarlo, bullonandolo senza stringere alla sede del riduttore.
  3. Verificare l'allineamento dei coprigiunti anteriori e posteriori. Serrare e applicare la coppia prevista a tutti i bulloni.
- d. Per l'installazione dei coprigiunti con lubrificazione continua a olio nebulizzato, procedere nel seguente modo:
1. Supportare il giunto di dilatazione e rimuovere il blocco per l'albero di accoppiamento.
  2. Bullonare la flangia anteriore del giunto di dilatazione al riduttore.
  3. Bullonare la metà inferiore del coprigiunto alla sede del cuscinetto numero 1.
  4. Installare i bulloni e i dadi della metà inferiore della giunzione verticale nell'estremità del giunto di dilatazione della metà inferiore del coprigiunto. Non serrare. Rimuovere le coperture, installare le tubazioni dell'olio e verificare la regolazione degli ugelli atomizzatori. Vedere [Figura 184](#).
  5. Installare la metà superiore del coprigiunto e bullonare alla sede del cuscinetto numero 1.
  6. Bullonare la giunzione orizzontale del coprigiunto.
  7. Rimuovere i martinetti a vite sui soffietti del giunto di dilatazione. Installare i bulloni della flangia verticale della metà superiore. Serrare tutti i bulloni della flangia verticale.
  8. Serrare e applicare la coppia a tutti i bulloni nella sequenza corretta, stringendo alternativamente i bulloni diametralmente opposti.

**9.3.29 Operazioni da 113 a 122**

**Eseguire le operazioni di rimontaggio per il controllo della combustione (CI) come indicato dal [Paragrafo 6.4.1](#) al [Paragrafo 6.4.10](#)**



**Figura 184 - MI-47 - Regolazione corretta dell'ugello atomizzatore dell'olio**

**10 INFORMAZIONI TECNICHE (TIL)**

10.1	ALETTA DIRETTRICE D'INGRESSO VARIABILE (CONTROLLO BUSSOLA INTERNA)	- TIL 1068-2
10.2	INSTALLAZIONE DELLE GUARNIZIONI DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE	- TIL 1069-3
10.3	CRITERI DI RIPARAZIONE PER TUTTI GLI UGELLI SEGMENTATI IN GHISA DELLA TURBINA A GAS	- TIL 1108-3
10.4	CONTROLLO DELLE ALETTE DIRETTRICI D'INGRESSO VARIABILI - CORROSIONE DELLA RONDELLA DI SPINTA	- TIL 1132-2
10.5	EFFLUENTI DI LAVAGGIO DEL COMPRESSORE OFF-LINE	- TIL 1137-3
10.6	LAVAGGIO DEL COMPRESSORE ON-LINE ALLE BASSE TEMPERATURE	- TIL 1153-3
10.7	PRECAUZIONI IN CASO DI LAVORI ALL'INTERNO O IN PROSSIMITÀ DEL VANO DELLA TURBINA O SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE DEL COMBUSTIBILE DI UNA TURBINA A GAS IN FUNZIONE	- TIL 1159-2
10.8	PRECAUZIONI PER IL LAVAGGIO CON ACQUA DEL COMPRESSORE OFF-LINE	- TIL 1179-2
10.9	PROCEDURA PER LA RIMOZIONE O LA SOSTITUZIONE DELLE PALE A CUCCHIAIO CARENATE	- TIL 1215-3
10.10	FORMAZIONE DI CRICCHE SULL'ACCOPPAMENTO A GANCIO DELLA CASSA DELLO STATORE 9° STADIO (SCANALATURA DI ASPIRAZIONE)	-TIL 1304-3

## **11 CONSERVAZIONE DELLA TURBINA A GAS**

### **11.1 CONSERVAZIONE DELLA TURBINA A GAS PER LA SPEDIZIONE**

La turbina a gas, dopo essere stata sottoposta a prove in fabbrica, viene controllata, pulita e sigillata in base alle disposizioni ITN02175.12 (Conservazione della turbina a gas e dei relativi accessori per la spedizione e lo stoccaggio), qui accluse.

La struttura è imballata in base alle disposizioni ITN02175.04 (Conservazione della carpenteria metallica per la spedizione e lo stoccaggio), qui accluse.

I componenti dei sistemi di aspirazione della turbina a gas (camere filtranti, condotti e convogliatore) devono essere conformi alle norme in materia di imballaggio, spedizione e montaggio, contenute nel documento SOM44953/4 (Prescrizioni in materia di stoccaggio, spedizione e montaggio dei sistemi di aspirazione della turbina a gas), qui allegato.

La spedizione della macchina e dei relativi componenti ausiliari avviene, quindi, con le protezioni di cui sopra installate.

### **11.2 CONSERVAZIONE DELLA TURBINA A GAS E DELLE APPARECCHIATURE AUSILIARIE DOPO LA SPEDIZIONE**

La protezione applicata dal Fabbricante, NP, è progettata per garantire la conservazione dei materiali (custoditi negli imballaggi originali sigillati) per un periodo di 6 mesi, alla fine del quale le protezioni dovranno essere rinnovate per altri 6 mesi, seguendo le istruzioni del personale di NP, che deve essere presente al relativo controllo.

Lo stoccaggio deve avvenire in un ambiente chiuso o riparato da un tetto.

La protezione originale deve essere mantenuta il più a lungo possibile, in quanto il contatto dell'aria e dell'umidità atmosferica con le parti interne e i componenti ausiliari della macchina cancella l'effetto protettivo e può causare la formazione di ruggine sulle superfici metalliche.

Prima di avviare la turbina a gas, è necessario rimuovere tutti i sacchetti di VPI (inibitore della fase di vapore) dalla parte interna della macchina e dall'armadio (se compreso nella fornitura). Qualora, al fine di eseguire le operazioni di montaggio, si debbano rimuovere i coperchi di tenuta installati sugli attacchi di scarico e aspirazione della turbina a gas, sarà necessario conservare i coperchi per l'uso successivo e applicare le misure contenute nel documento SOM44953/4, in modo da garantire la pulizia dei sistemi di aspirazione.

La fase in oggetto deve essere il più possibile breve, in quanto il contatto delle parti interne della macchina con l'umidità atmosferica può causare la formazione di ruggine sulle superfici metalliche.

Quando possibile, reinstallare i coperchi di scarico e aspirazione, completi delle relative protezioni, dopo aver reinserito i sacchetti VPI secondo le istruzioni indicate nel paragrafo 3.3 di ITN02175.12.

Al fine di conservare i cuscinetti e il sistema di lubrificazione, si deve provvedere alla circolazione dell'olio nel turbogruppo due ore alla settimana.

Ogni mese ruotare il rotore di 90° manualmente o avviando il viratore, se installato. Se disponibili, accendere i riscaldatori nell'armadio.

Se la turbina a gas deve rimanere "pronta all'avviamento" per periodi prolungati (più di un mese), sarà necessario eseguire le seguenti operazioni:

- Mettere l'olio in circolazione una volta alla settimana.
- Due volte al mese avviare il turbocompressore con carico minimo e mantenerlo in questa condizione per un'ora. Prima di fare questo in una turbina a gas, che aziona un compressore centrifugo, assicurarsi che il gas di processo possa essere raffreddato e che la temperatura di mandata del compressore centrifugo non superi mai i 150°C.
- Nell'unità di azionamento del generatore con turbina a gas a singolo albero (e con turbine a gas a doppio albero, dopo essersi accertati che il carico fornito sia sufficiente a garantire la stabilità dell'albero di bassa pressione) è necessario far funzionare l'unità turbo per un'ora due volte al mese a pieno regime in assenza di carico.

Se la turbina a gas deve rimanere inattiva per lunghi periodi (più di 6 mesi), sarà necessario disconnettere la macchina dai sistemi di scarico e aspirazione e proteggere la macchina, i relativi componenti ausiliari e i sistemi di scarico e aspirazione secondo le istruzioni indicate nei precedenti paragrafi.



## 12 SMANTELLAMENTO E IMPATTO AMBIENTALE

### 12.1 IMPATTO AMBIENTALE

Durante il funzionamento la turbina produce una serie di gas di scarico (dovuti alla combustione e circa: 15% O<sub>2</sub>, 6% H<sub>2</sub>O, 2,5% CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> per la restante parte); sono inoltre presenti minime quantità di sostanze inquinanti, dovute al tipo di combustibile impiegato. Se il combustibile utilizzato è gas naturale, le sostanze inquinanti maggiori sono ossidi d'azoto (NO) e monossido di carbonio (CO).

Le camere di combustione della turbina sono state progettate per minimizzare la generazione di tali ossidi, agendo sulla miscelazione di combustibile e aria e mediante combustione a temperature di fiamma basse (combustione debole).

In linea generale, gli ossidi di azoto tendono ad aumentare (anche percentualmente) con la potenza della turbina, mentre il monossido di carbonio (CO) agisce in senso opposto. Il monossido di carbonio, infatti, è meno significativo rispetto agli ossidi di azoto NO, ma aumenta notevolmente in condizioni di basso carico (inferiore al 30%) e, per questa ragione, è necessario, se possibile, evitare il funzionamento in tali condizioni.

Gli ossidi di zolfo (SO) derivano dallo zolfo presente nel combustibile e, generalmente, il gasolio contiene più zolfo rispetto agli altri combustibili.

Oltre al gas di scarico, altre emissioni sono costituite dai vapori d'olio, dovuti ai liquidi lubrificanti utilizzati.

Una volta che l'impianto sia operativo e durante l'intera vita utile dello stesso, è necessario mantenere le emissioni entro i livelli indicati dai regolamenti applicabili. Per tale motivo, l'utente dovrà osservare le seguenti istruzioni:

- Eseguire tutti gli interventi di manutenzione elencati nel presente manuale, secondo il programma suggerito;
- Non modificare le regolazioni effettuate dal Fabbricante al momento dell'installazione;
- Correggere il prima possibile gli eventuali malfunzionamenti, che potrebbero causare un aumento delle emissioni. Se necessario, fare riferimento al Servizio di assistenza tecnica di GE OIL & GAS Nuovo Pignone.

I rifiuti, prodotti con gli interventi di manutenzione, devono essere stoccati e trattati secondo la legge applicabile in loco, facendo riferimento, secondo quanto necessario, alla scheda dei dati di sicurezza del prodotto (per quanto riguarda, in particolare, gli oli lubrificanti), al fine di evitare rischi alle persone e all'ambiente.

### 12.2 SMANTELLAMENTO

In base ai principi delle norme EN ISO 14000 e ISO EN 14040, in particolare, in materia di Valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment), GE Oil & Gas Nuovo Pignone, ha introdotto, nella fase di pianificazione, una serie di procedure per facilitare il riutilizzo e il riciclaggio dei materiali e dei componenti della turbina e dei relativi sistemi ausiliari, oltre che per ridurre l'impatto ambientale del prodotto in ognuno dei suoi cicli di vita utile.

Per quanto riguarda la smantellamento della turbina, si devono effettuare le seguenti operazioni:

- Minimizzare i materiali da smaltire, riutilizzandoli o riciclandoli (secondo la legge vigente in materia localmente). GE Oil & Gas Nuovo Pignone è specializzata nel recupero, ricondizionamento e riutilizzo dei macchinari.
- Contattare il personale tecnico qualificato di GE Nuovo Pignone per le procedure di smontaggio della turbina; recuperare gli oli e agli altri liquidi dai relativi serbatoi e smaltirli secondo quanto previsto dalle leggi applicabili in loco.

## 13 INFORMAZIONI SULLA MANUTENZIONE

### 13.1 COMUNICAZIONI TECNICHE GE OIL & GAS

I bollettini tecnici (NIC/TIL e TEC) rappresentano documenti ufficiali, emessi per i clienti da parte di GE Oil & Gas, per comunicare le migliorie apportate ai prodotti e indicare raccomandazioni tecniche per la risoluzione di problemi riguardanti la flotta.

Ogni bollettino tecnico (NIC/TIL) rilasciato è associato a una delle seguenti categorie di conformità, che ne evidenzia la gravità:

La categoria di conformità, riportata all'inizio del documento, identifica i vantaggi o il carattere di gravità del Bollettino di servizio, secondo quanto illustrato di seguito:

#### **Manutenzione**

*Identifica le linee guida riguardanti la manutenzione o le migliori pratiche per un funzionamento affidabile delle apparecchiature.*

#### **Conformità**

*Identifica la necessità di intervenire per correggere una condizione, che, se non affrontata, potrebbe pregiudicare l'affidabilità o l'efficienza delle apparecchiature.*

#### **Allarme**

*L'inosservanza delle disposizioni NIC/TIL potrebbe determinare danni a carico delle apparecchiature o dell'impianto.*

#### **Sicurezza**

*L'inosservanza delle presenti disposizioni NIC/TIL potrebbe essere causa di lesioni fisiche alle persone.*

Inoltre, un altro tipo di bollettino tecnico (TEC) viene rilasciato da GE Oil & Gas, per notificare ai clienti gli avanzamenti raggiunti, descrivendo le tecnologie più avanzate e le caratteristiche del potenziamento tecnico applicabili alla flotta del cliente.

L'applicazione denominata "Piattaforma di avanzamenti tecnici e relative notifiche (TEN)" costituisce l'archivio on-line di tutti i bollettini e gli avanzamenti tecnici pubblicati da GE Oil & Gas.

Utilizzando questa piattaforma, i clienti sono in grado di monitorare e aggiornare lo stato di implementazione dei documenti applicabili alla propria flotta, reperendo e scaricando tutte le comunicazioni tecniche rilevanti per la propria apparecchiatura.

La piattaforma TEN è disponibile sul sito web ufficiale di GE Oil & Gas al link <https://www.geoilandgas.com/technicalupdates>

Dopo la registrazione, i clienti possono effettuare il login in qualsiasi momento, accedendo e scaricando agevolmente tutti i bollettini relativi alla propria specifica apparecchiatura GE. Le interrogazioni possono avvenire attraverso le seguenti categorie: tipo di tecnologia, numero di serie dell'apparecchiatura, numero di bollettino, titolo/parola chiave, data di emissione, categoria di conformità e altro. I clienti registrati nella piattaforma TEN ricevono notifiche automatiche via e-mail in merito ai nuovi bollettini emessi, in relazione alla propria apparecchiatura. Le istruzioni per ottenere l'accesso alla piattaforma TEN, oltre a ulteriori informazioni rilevanti per l'applicazione, sono disponibili all'interno del sito web TEN.

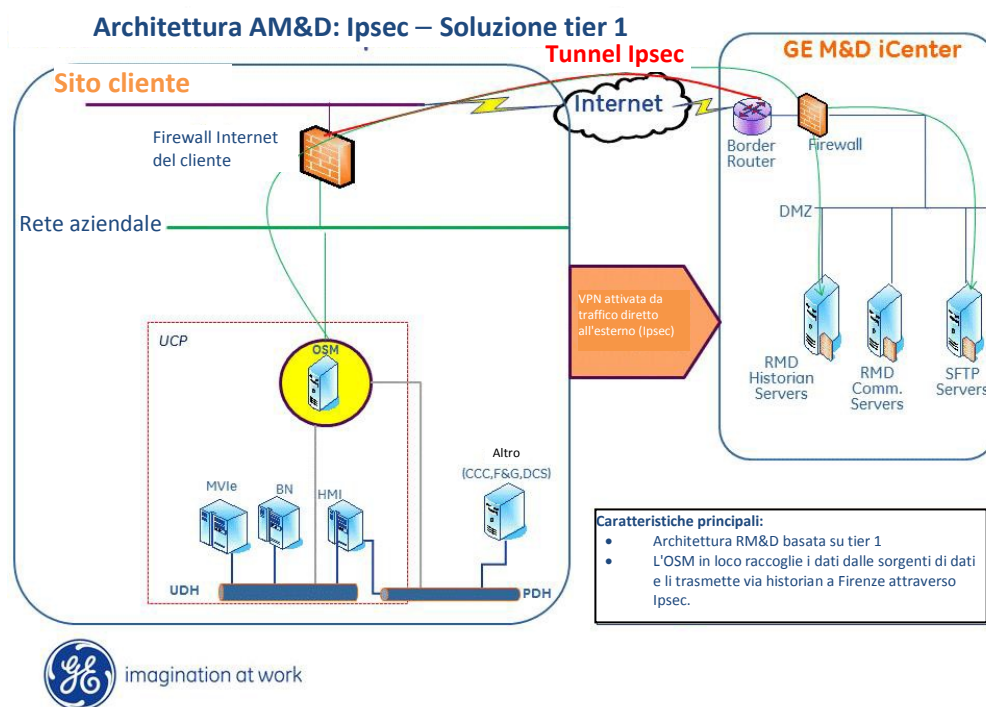
## 13.2 AM&D PER NUOVE APPARECCHIATURE

### Descrizione del sistema AM&D

Il sistema AM&D ha lo scopo di monitorare costantemente le unità coperte, al fine di rilevare le anomalie e quindi inviare notifiche e raccomandazioni al PROPRIETARIO, in modo da avviare la necessaria correzione. Di conseguenza, il servizio garantisce vantaggi quali la garanzia di evitare lo scatto della turbina, condizioni di funzionamento ottimali, una rapida ricerca ed eliminazione dei guasti e consulenze da parte di esperti, incrementando così l'affidabilità e la disponibilità delle unità.

Il FORNITORE si impegna a potenziare le competenze tecniche in materia di progettazione e assistenza (secondo il processo interno di escalation) in merito alla fornitura del servizio AM&D, con l'intento di massimizzare la qualità delle raccomandazioni offerte. Il sistema AM&D comprende componenti hardware e software, secondo quanto riportato di seguito:

- a. On-Site-Monitor (OSM: monitor locale). L'OSM è un server da installare (se non già presente). L'hardware ha la funzione di acquisire senza interruzioni i dati delle unità coperte, provenienti da diverse sorgenti dell'impianto, da concordare con il PROPRIETARIO (tipicamente il pannello di controllo dell'unità, il pannello BN3500, DCS, PLC, ecc.), e trasmettere i dati a centri GE iCenter remoti con una tipica frequenza di campionamento di 1Hz (la frequenza in oggetto può essere soggetta a variazioni, in base a limitazioni riguardanti la connettività e la trasmissione dei dati). L'OSM è un dispositivo di sola lettura, che non può modificare alcuna logica di controllo. L'OSM è in grado di interfacciarsi con le sorgenti di dati, usando diversi protocolli, da concordare con il PROPRIETARIO. L'OSM è provvisto del necessario pacchetto software ed è configurato, sottoposto a manutenzione e gestito dal FORNITORE, che conserva le informazioni di back-up, necessarie a riconfigurare l'OSM, se necessario.
- b. Piattaforma GE AM&D. La piattaforma è un'infrastruttura digitale (installata nei GE iCenter), in grado di ricevere i dati inviati dall'OSM e quindi organizzare, memorizzare e rendere disponibili i dati per gli strumenti analitici e gli ingegneri degli iCenter, per la relativa analisi. La piattaforma opera senza interruzioni.
- c. Strumenti analitici GE AM&D. Gli strumenti analitici sono costituiti da algoritmi di analisi dei dati (integrati nella piattaforma), destinati all'elaborazione dei dati, per identificare anomalie e opportunità di ottimizzazione. Esempi di tali algoritmi sono le logiche di diagnostica e le routine di stima, che operano in modo automatico e senza interruzioni.



**Figura 185 - Sistema AM&D**

### 13.3 ASSISTENZA TECNICA AM&D

#### **Supporto per la messa in funzione e l'avviamento**

La connettività AM&D consente di ottenere un efficace supporto remoto durante le fasi di messa in funzione e avviamento. Lo staff incaricato dell'avviamento e della messa in funzione in loco può contare sul supporto ingegneristico offerto dalla sede centrale, condividendo dati in tempo reale e dati storici, per analisi dettagliate, ricerca ed eliminazione dei guasti.

I maggiori vantaggi sono riportati di seguito:

- Monitoraggio della macchina a partire dal primo avviamento;
- Creazione di un archivio di dati storici;
- Ricerca ed eliminazione dei guasti basate sui dati e analisi delle cause principali.

#### **Supporto alle operazioni commerciali**

I tecnici esperti di diagnostica di GE, presenti nei 3 iCenter di Firenze, Houston e Kuala Lumpur, hanno il compito di valutare le condizioni delle apparecchiature del sito, fare in modo che le risorse garantiscano le prestazioni migliori e comunicare avvisi tempestivi in caso di avarie allo stato iniziale.

Gli interventi di manutenzione e riparazione sono tipicamente suggeriti dai tecnici esperti di diagnostica allo staff presente sul sito, in modo da risolvere problemi, minimizzare l'entità delle riparazioni ed evitare potenziali danni collaterali.

Dal momento che l'infrastruttura M&D è in grado di raccogliere, dai dispositivi presenti nel sito, migliaia di parametri, che vengono resi disponibili per analisi storiche e statistiche e trading, i tecnici esperti di diagnostica sono assistiti nel proprio lavoro da una serie di strumenti analitici, brevettati da GE, che li aiutano a rilevare comportamenti anomali nelle unità monitorate.

Le analisi a lungo termine vengono tipicamente effettuate per stimare gli effetti della degradazione sui principali componenti della macchina, mentre il confronto costante rispetto a condizioni di progetto o soddisfacenti contribuisce alla precoce individuazione di comportamenti anomali, anche in presenza di lievi variazioni dei parametri operativi. Tra i dati tipici utilizzati è possibile includere:

- Protocollo delle anomalie ed elenco allarmi delle apparecchiature e del sistema;
- Parametri termodinamici, come pressione, temperatura e flusso;
- Vibrazioni radiali dell'albero e posizione assiale, vibrazione della cassa;
- Parametri di controllo (ovvero i parametri di protezione contro le sovratensioni transitorie del compressore);
- Sistemi di tenuta del compressore (ovvero pressione e flusso di perdita);
- Pressione e temperatura del sistema dell'olio lubrificante;
- Stato del contatore (ore di funzionamento, avviamenti, scatti, ecc.).

## 14 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

### 14.1 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE [MS1002 PGT5-2 PGT5-2DLN]

Gli intervalli elencati di seguito per i controlli della combustione, parti calde e per i controlli principali fanno riferimento al funzionamento con: gas naturale, carico base, funzionamento a pieno regime, normale sequenza di avviamento/arresto e carico/scarico, un avviamento ogni 100 ore di funzionamento (frequenza di avviamento 1/100).

CONTROLLO DELLA COMBUSTIONE	
FREQUENZA DI AVVIAMENTO	1/100
ORE DI FUNZIONAMENTO	10.000

CONTROLLO DELLE PARTI CALDE	
FREQUENZA DI AVVIAMENTO	1/100
ORE DI FUNZIONAMENTO	20.000

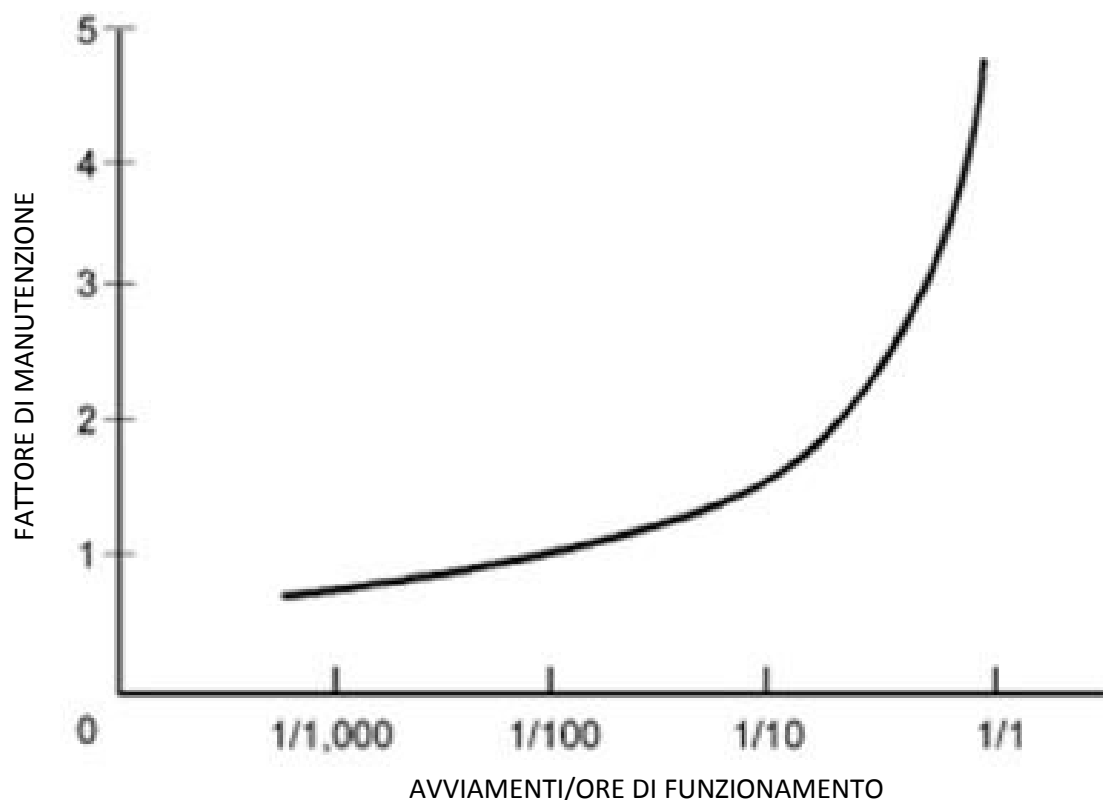
ISPEZIONE PRINCIPALE	
FREQUENZA DI AVVIAMENTO	1/100
ORE DI FUNZIONAMENTO	40.000* - 80.000**

\* ISPEZIONE PRINCIPALE del modulo di alta pressione, ovvero senza rimozione della turbina di potenza

\*\* ISPEZIONE PRINCIPALE del motore completo

Ispezione boroscopica da eseguire in base agli intervalli dei controlli della combustione.

Per operazioni, che differiscano dalla frequenza di avviamento standard (un avviamento ogni 100 ore di funzionamento), la figura seguente illustra il fattore di manutenzione da impiegare, per determinare il livello effettivo di manutenzione richiesto (dividere le ore previste per l'intervallo del controllo per il fattore di manutenzione applicabile, per ottenere le ore di funzionamento effettive per l'intervallo di controllo).



**Figura 186 - EFFETTO DELLA FREQUENZA DI AVVIAMENTO**

#### **14.1.1 Controllo rotore MS1002 PGT5-2 PGT5-2DLN**

Il limite della vita utile di progetto del rotore di alta pressione HP della turbina a gas MS3002 equivale a 100.000 ore di funzionamento o 3.000 avviamenti della macchina, in base a quale dei due casi si verifichi prima. Il limite della vita utile di progetto del rotore di bassa pressione LP della turbina a gas MS3002 equivale a 100.000 ore di funzionamento o 3000 avviamenti della macchina, in base a quale dei due casi si verifichi prima.

#### **AVVERTENZA**



IL SUPERAMENTO DEI LIMITI DI VITA UTILE DI PROGETTO DEL ROTORE ESPONE LA TURBINA A GAS A UN ELEVATO RISCHIO DI AVARIE: ALCUNE PARTI O COMPONENTI SI POTREBBERO STACCARRE DAL ROTORE, CAUSANDO DANNI CONSIDEREVOLI ALLA TURBINA A GAS. INOLTRE, POTENZIALI AVARIE INCONTROLLABILI, POTREBBERO PROVOCARE DANNI ALLE EVENTUALI APPARECCHIATURE ADIACENTI E CAUSARE GRAVI LESIONI AL PERSONALE PRESENTE NELL'AREA.



## **15 INTRODUZIONE E ISPEZIONI BOROSCOPICHE**

### **15.1 INTRODUZIONE**

Come succede con qualsiasi altra macchina, anche le turbine a gas devono seguire un programma di controlli periodici, che includono la riparazione o la sostituzione di parti, per massimizzarne la vita utile e l'affidabilità.

Lo scopo del presente manuale può essere riassunto come segue:

- a. Aiutare gli utenti ad acquisire familiarità con la macchina, classificando i controlli in base agli specifici sistemi e fornendo una breve spiegazione, ove necessario, delle ragioni alla base di ogni controllo, con la descrizione delle operazioni da effettuare.
- b. Illustrare agli utenti le parti e le unità da controllare nel periodo seguente al primo avviamento, nonché le prove e le verifiche da condurre successivamente.
- c. Raccomandare gli intervalli tra un controllo e il successivo, in base alla modalità d'uso della turbina.

Tutti i dati operativi dovrebbero essere annotati e registrati prima e dopo ogni singolo controllo. I dati in oggetto saranno utilizzati come riferimento per i controlli successivi. Tutti i controlli e gli interventi di assistenza tecnica eseguiti sulla turbina a gas dovrebbero essere ugualmente annotati. Si tratta di informazioni estremamente utili per stabilire un programma di assistenza tecnica accurato. In linea generale, il programma comprende: inizialmente, alcuni interventi minori; quindi, interventi sempre più sostanziali, fino alla revisione generale; successivamente, il ciclo riprenderà nuovamente dall'inizio.

I controlli possono essere ottimizzati, in base alla modalità d'uso della turbina, al fine di minimizzare i tempi morti e i costi dell'assistenza tecnica.

### **15.2 FATTORI D'USO CHE INFLUISCONO SULLA MANUTENZIONE**

I fattori, che influiscono maggiormente sulla vita utile delle parti, sono i seguenti:

- Tipo di combustibile;
- Frequenza degli avviamenti;
- Percentuale di carico;
- Condizioni ambientali;
- Manutenzione.

#### **15.2.1 COMBUSTIBILE**

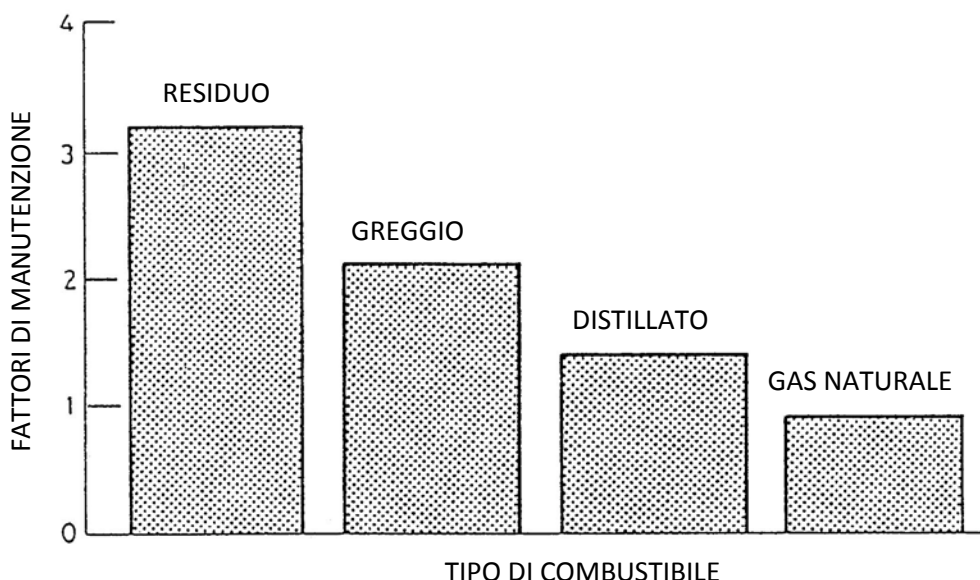
Gli effetti del tipo di combustibile sulla vita utile delle parti della turbina sono associati alla quantità di energia emanata durante la combustione e alla qualità dell'atomizzazione dei combustibili liquidi. Con il gas naturale non si richiede l'atomizzazione e il livello di energia emanata è basso. Di conseguenza, le parti durano più a lungo rispetto a quanto accade con i combustibili liquidi. Il gas naturale è usato tradizionalmente come combustibile per le turbine industriali. I combustibili liquidi possono essere distillati leggeri oppure pesanti.

Questi ultimi, considerando il potere emissivo più elevato e l'atomizzazione più scarsa, determinano un'usura più rapida delle parti rispetto ai distillati leggeri. La frequenza degli interventi di assistenza tecnica deve, quindi, essere incrementata di conseguenza.

Vedere il diagramma nella [Figura 187](#).

L'uso di combustibile sporco influisce pesantemente sugli intervalli dell'assistenza tecnica, specialmente con l'impiego dei combustibili liquidi. In effetti, le impurità determinano una più rapida usura delle pompe del combustibile e degli ugelli iniettori del combustibile.

Con il gas naturale le impurità erodono e corrodono le valvole di controllo gas e le valvole di arresto.



**Figura 187 - Effetto del combustibile sulla combustione**

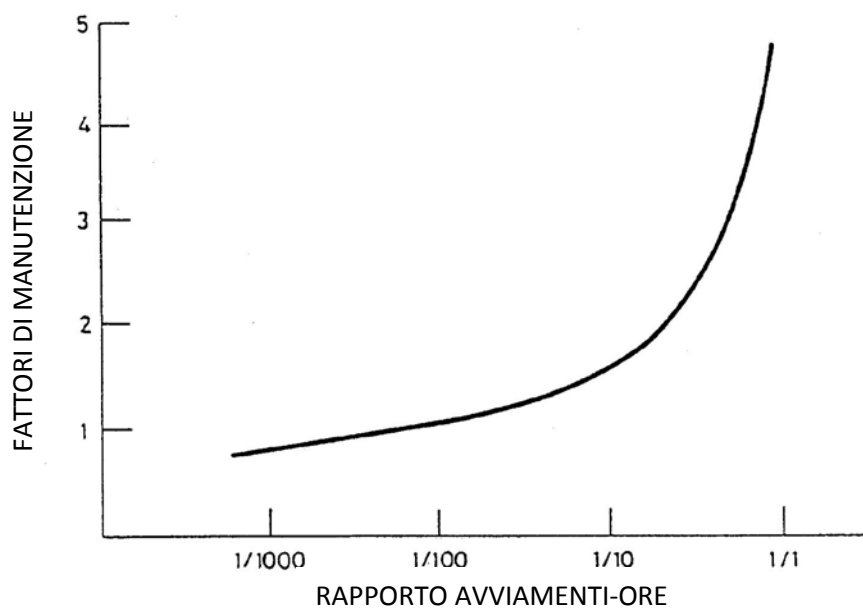
### 15.2.2 FREQUENZA DEGLI AVVIAMENTI

A ogni avviamento della turbina, le parti calde sono sottoposte a un ciclo di riscaldamento considerevole.

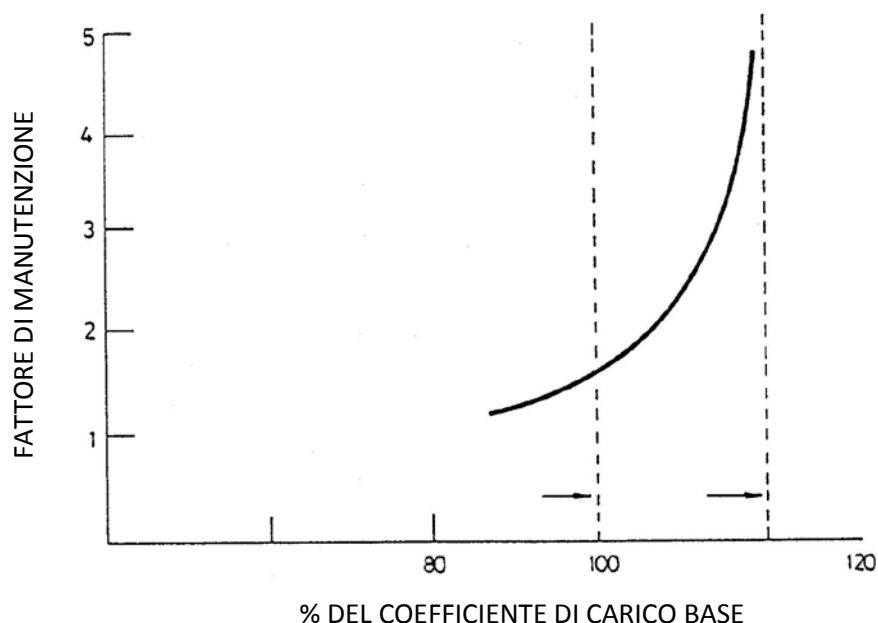
Alcuni sistemi di controllo sono stati, quindi, sviluppati per limitare questo effetto.

In pratica, quando la turbina viene avviata/arrestata con frequenza, la vita utile delle parti calde viene abbreviata rispetto a quella di altre parti della turbina, che lavorano senza interruzioni.

Vedere diagramma nella [Figura 188](#).



**Figura 188 - Effetti degli avvii**



**Figura 189 - Effetto del carico**

### 15.2.3 CICLO DI CARICO

Le differenze nel carico della turbina, fino al 100% della sua capacità, influiscono solo moderatamente sulla vita utile delle parti, a meno che queste non siano sottoposte a variazioni di carico frequenti e improvvise.

Vedere diagramma nella [Figura 189](#).

### 15.2.4 CONDIZIONI AMBIENTALI

In caso di atmosfere fortemente abrasive o corrosive può essere necessario ridurre gli intervalli per l'assistenza tecnica.

In caso di atmosfere abrasive (ad es. in presenza di sabbia), può essere necessario verificare accuratamente i filtri. Quando il funzionamento della turbina avvenga in un'atmosfera corrosiva (ad es. vicino al mare), si dovrebbero selezionare con cura non solo il tipo di filtro da utilizzare ma anche l'ubicazione della turbina, adottando rivestimenti idonei.

### **15.2.5 MANUTENZIONE**

Il programma di manutenzione può essere basato sul controllo del sistema di combustione e delle parti calde e sulla revisione generale.

Il tempo richiesto per eseguire un ciclo di manutenzione dipende da una serie di fattori, che determinano le condizioni d'uso di ciascuna unità.

I cicli dei controlli possono variare. Le variazioni dipendono dal tipo di combustibile utilizzato, dall'entità dell'intervento e dalla filosofia adottata per la manutenzione della macchina.

Il numero di ore/uomo richiesto per eseguire i controlli varia in base al programma, alla disponibilità delle parti di ricambio, alle condizioni atmosferiche e alla supervisione.

Per una stima del tempo necessario ai controlli di un'apparecchiatura specifica, contattare il Servizio di assistenza parti di ricambio di N.P.

Un buon programma di manutenzione, riducendo i tempi morti, garantisce la disponibilità di parti di ricambio nuove o riparate, per sostituire quelle rimosse. Le parti sostituite possono essere riparate successivamente, limitando così i tempi morti.

## **15.3 TIPI DI CONTROLLI**

I vari tipi di controlli possono essere suddivisi, in linea generale, nel seguente modo:

- Controllo della macchina in funzionamento;
- Controllo della macchina inattiva;
- Controlli speciali.

### **15.3.1 CONTROLLO DELLA MACCHINA IN FUNZIONAMENTO**

I controlli della macchina in funzionamento sono condotti all'avviamento della macchina e quando la macchina è in funzione. Lo scopo è quello di verificare le condizioni generali della turbina e delle apparecchiature aggiuntive.

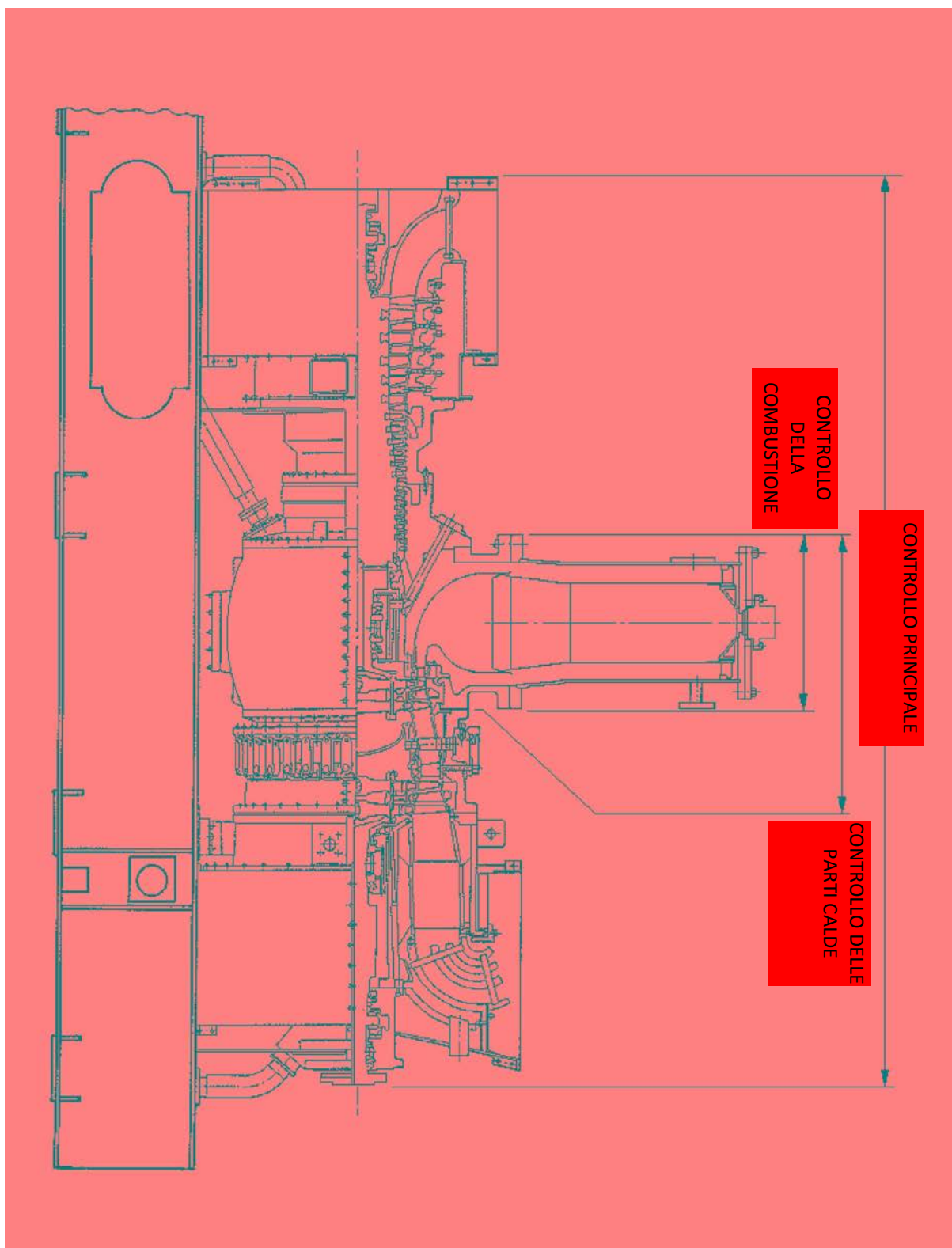
Le registrazioni delle informazioni ottenute saranno utilizzate come riferimento, per elaborare il programma di manutenzione della macchina.

### **15.3.2 CONTROLLI DELLA MACCHINA INATTIVA**

I controlli della macchina inattiva sono condotti quando la macchina non è in funzione. I controlli sono suddivisi come segue:

- Controlli in stand-by;
- Controlli del sistema di combustione;
- Controllo delle parti calde;
- Controllo generale (revisione).

I controlli in stand-by, i controlli del sistema di combustione, delle parti calde e la revisione richiedono tutti lo smontaggio della turbina. Questo comporta l'esecuzione di diverse operazioni, dalla rimozione dei filtri allo smontaggio dei rotori. Vedere [Figura 190](#).



**Figura 190 - Tipi di controlli sulla macchina inattiva**

### **Controlli in stand-by**

I controlli in stand-by riguardano, in particolare, le turbine a gas utilizzate per servizi occasionali (speciali o di back-up).

L'affidabilità delle turbine all'avviamento può essere migliorata mediante controlli in stand-by, quando la macchina non è in funzione.

La manutenzione standard del gruppo batterie, la sostituzione dei filtri, il controllo dei livelli di olio e acqua, il controllo dei dispositivi di misura e taratura, la lubrificazione e altri interventi di manutenzione preventiva possono essere condotti durante gli intervalli tra due punti successivi, senza la necessità di arrestare la macchina. Un buon programma di manutenzione deve includere prove di avviamento periodiche. La turbina dovrebbe essere messa in funzione per almeno un'ora ogni due mesi. Questa operazione consente di eliminare l'eventuale condensa, che si può formare nelle condutture a causa delle variazioni atmosferiche (temperatura e umidità).

Se la turbina non viene azionata per periodi prolungati, ruotare i rotori e le relative flange di 90 gradi una volta alla settimana, per evitare l'ossidazione.

Nel programma di manutenzione aggiuntivo è possibile includere anche speciali ispezioni endoscopiche o boroscopiche, senza influire sull'uso della turbina.

Le ispezioni visive dovrebbero essere condotte ogni volta che vi sia personale disponibile.

### **Controllo del sistema di combustione**

Per il controllo delle parti interessate fino al circuito del gas, è necessario rimuovere lo statore. Le parti interessate sono le seguenti:

- Candela e rivelatore di fiamma;
- Coperchio e camicia.

Si tratta di parti da controllare con molta attenzione, per evitare che la turbina funzioni con un sistema di combustione danneggiato; vi sarebbe, infatti, il rischio concreto di abbreviare la vita utile delle parti a monte, come lo statore e le pale del rotore della turbina.

I risultati del controllo saranno utili per stabilire il programma di Controllo delle parti calde.

La camicia della camera di combustione deve essere sostituita con parti nuove o riparate, equivalenti. Le parti rimosse possono essere controllate e riparate successivamente, ove ciò risulti utile e/o necessario. Questa procedura di controllo minimizza i tempi morti.

Il controllo delle parti deve essere affidato a personale esperto, in grado di effettuare le riparazioni richieste, se necessario.

Se le parti necessitano di riparazioni considerevoli, con l'impiego di apparecchiature speciali, sarà necessario inviarle al Servizio di assistenza parti di ricambio di N.P.

### **Controllo delle parti calde**

Il controllo in oggetto comprende il controllo del sistema di combustione, descritto nella sezione di cui sopra, oltre a una verifica dettagliata dello statore e delle pale del rotore della turbina.

Per eseguire questo tipo di controllo, rimuovere la sezione superiore del corpo della turbina nonché le alette direttrici di 1° stadio.

Le pale del rotore della turbina e il circuito gas devono essere controllati visivamente in loco. Anche i giochi della turbina devono essere controllati interamente, prima di rimuovere le parti

Come per il controllo di cui sopra, è consigliabile disporre di ricambi per la camicia della camera di combustione e la tubazione del circuito gas, qualora sia necessario procedere con la sostituzione al termine dell'ispezione visiva.

Le parti sostituite potranno quindi essere controllate dal Servizio di assistenza parti di ricambio di N.P., che le rimanderà al cliente, il quale potrà conservarle e utilizzarle successivamente.

Questo tipo di controllo dovrebbe essere eseguito sotto la supervisione tecnica di un incaricato del Servizio di manutenzione di N.P.

### **Revisione generale**

La revisione riguarda il controllo di tutte le parti della turbina, flangia per flangia.

Questo tipo di controllo comprende le verifiche descritte nelle sezioni precedenti e anche il controllo dei corpi, del rotore, dei cuscinetti e delle guarnizioni di tenuta del rotore e delle pale del compressore assiale. Per fare questo, è necessario rimuovere tutte le parti superiori dei corpi e dei supporti.

L'operazione deve essere eseguita sotto la supervisione tecnica di un referente di N.P.

#### **INTERVALLI DI MANUTENZIONE (ORE A CALDO O AVVIAMENTI A CALDO)**

<b>CONTROLLO DI PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE</b>		
<b>TIPO DI SERVIZIO (RAPPORTO AVVIAMENTI/ORE)</b>	<b>COMBUSTIBILE</b>	<b>INTERVALLI (ORE)</b>
CONTINUO (<1/200) 1/50÷1/200	DISTILLATO	6000÷8000 4000÷5000
INTERMITTENTE >1/50	GAS DISTILLATO	3000 o 250 AVVIAMENTI

#### **NOTA**

- Il primo controllo deve essere eseguito dopo un periodo di funzionamento pari al 40% dei valori elencati di seguito, che si applicano ai controlli successivi al primo.
- In caso di iniezione di vapore: ridurre i valori elencati del 20%.

<b>CONTROLLI DELLE PARTI CALDE</b>		
<b>TIPO DI SERVIZIO (RAPPORTO AVVIAMENTI/ORE)</b>	<b>COMBUSTIBILE</b>	<b>INTERVALLI (ORE)</b>
CONTINUO (1/1000)	GAS DISTILLATO	16000÷18000
(1/100)	GAS DISTILLATO	16000÷18000 10000÷12000
(1/50)	GAS DISTILLATO	12000÷14000 8000÷10000



CONTROLLI DELLE PARTI CALDE		
INTERMITTENTE	GAS DISTILLATO	8000 o 800 AVVIAMENT

REVISIONE		
TIPO DI SERVIZIO (RAPPORTO AVVIAMENTI/ORE)	COMBUSTIBILE	INTERVALLI (ORE)
CONTINUO (1/1000)	GAS DISTILLATO	32000÷36000
(1/100)	GAS DISTILLATO	32000÷36000 20000÷24000
(1/50)	GAS DISTILLATO	24000÷28000 16000÷20000
INTERMITTENTE	GAS DISTILLATO	16000 o 1600 AVVIAMENTI

### ISPEZIONE BOROSCOPICA

COMBUSTIBILE	INTERVALLO
GAS DISTILLATO	Due volte all'anno a partire dal controllo delle parti interessate dalla combustione (in base a quale evento si verifichi prima)

### VITA UTILE DEL ROTORE

#### PGT5-1

Il limite della vita utile di progetto del rotore PGT5-1 della turbina a gas equivale a 100.000 ore di funzionamento o 3.000 avviamenti della macchina, in base a quale dei due casi si verifichi prima. Una volta raggiunti tali limiti, l'unità dovrebbe essere arrestata e il rotore ritirato dal servizio.

#### PGT5-2

Il limite della vita utile di progetto del rotore PGT5-2 di alta pressione HP della turbina a gas equivale a 100.000 ore di funzionamento o 3.000 avviamenti della macchina, in base a quale dei due casi si verifichi prima. Il limite della vita utile di progetto del rotore PGT5-2 di bassa pressione LP della turbina a gas equivale a 100.000 ore di funzionamento o 3.000 avviamenti della macchina, in base a quale dei due casi si verifichi prima. Una volta raggiunti tali limiti, l'unità dovrebbe essere arrestata e i rotori HP e LP dovrebbero essere ritirati dal servizio.

### **AVVERTENZA**



IL SUPERAMENTO DEI LIMITI DI VITA UTILE DI PROGETTO DEL ROTORE ESPONE LA TURBINA A GAS A UN ELEVATO RISCHIO DI AVARIE: ALCUNE PARTI O COMPONENTI SI POTREBBERO STACCARE DAL ROTORE, CAUSANDO DANNI CONSIDEREVOLI ALLA TURBINA A GAS. INOLTRE, POTENZIALI AVARIE INCONTROLLABILI, POTREBBERO PROVOCARE DANNI ALLE EVENTUALI APPARECCHIATURE ADIACENTI E CAUSARE GRAVI LESIONI AL PERSONALE PRESENTE NELL'AREA.

### 15.3.3 CONTROLLI SPECIALI

#### ISPEZIONE BOROSCOPICA

Le turbine sono dotate di dieci punti di ispezione per l'esecuzione di controlli visivi, mediante l'uso di speciali apparecchiature ottiche, definite endoscopi o "boroscopio".



#### **NOTA**

L'endoscopio non è incluso nella fornitura e può essere fornito su richiesta.

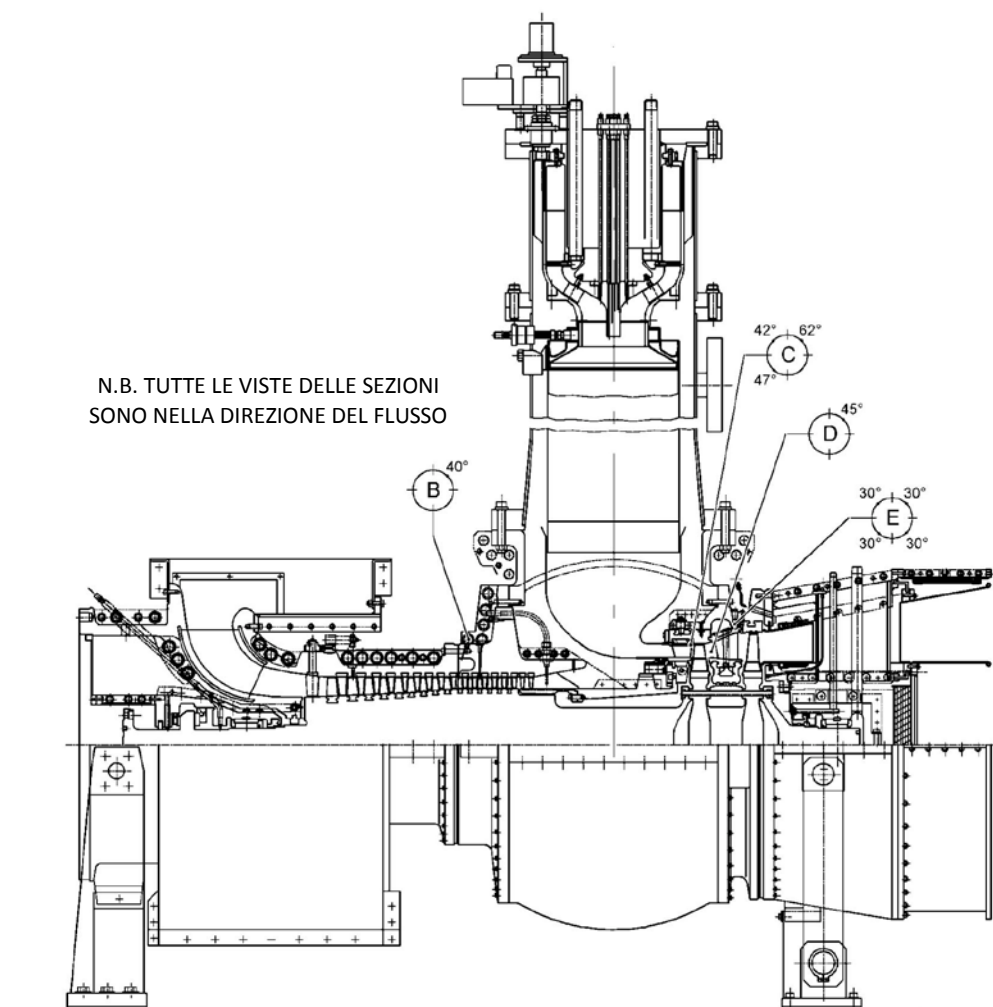
I punti di ispezione sono scanalature radiali, che passano attraverso il corpo e le parti interne. Per eseguire questo tipo di ispezione, inserire l'endoscopio nelle apposite scanalature (con la macchina spenta). Ogni punto di ispezione è utilizzato per controllare una parte diversa del rotore e/o dello statore.

La Figura 5 mostra l'ubicazione delle scanalature per l'endoscopio in diverse sezioni trasversali. L'endoscopio consente di effettuare controlli rapidi, riducendo quindi i tempi morti e il numero di addetti necessari - per le seguenti aree:

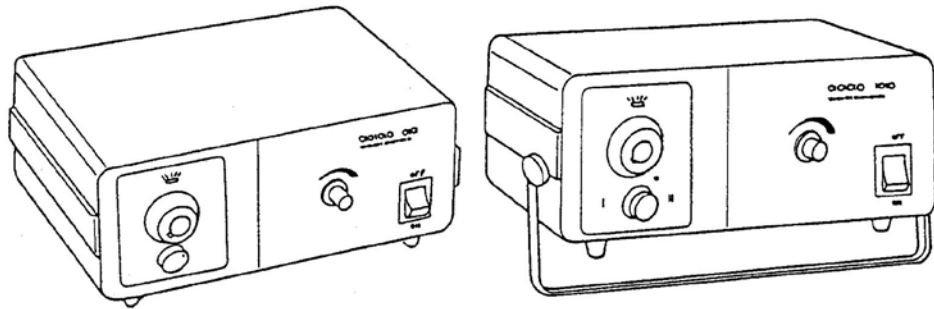
- Sezione della turbina;
- Sezione del compressore;
- Sistema di combustione.

L'apparecchiatura utilizzata è composta da un "generatore di luce" flessibile e un'apparecchiatura ottica rigida con lenti di alta qualità, definita endoscopio o "boroscopio".

UBICAZIONE DELLE PARTI CONTROLLABILI	
SEZIONE. "B" SU C.T.	BORDO DI USCITA DEFLETTORE 11° STADIO E BORDO DI ATTACCO PALA TURBINA 12° STADIO.
SEZIONE. "C" SU C.T.	BORDO DI USCITA PALA TURBINA 1° STADIO BORDO DI ATTACCO DEFLETTORE 1° STADIO.
SEZIONE. "D" SU C.T.	BORDO DI USCITA DEFLETTORE 1° STADIO E BORDO DI ATTACCO PALA TURBINA 2° STADIO.
SEZIONE. "E" SU C.T.	BORDO DI USCITA PALA TURBINA 2° STADIO E BORDO DI ATTACCO DEFLETTORE 2° STADIO.
C.C. = Corpo del compressore (Compressor Body)	
C.T. = Corpo della turbina (Turbine Body)	
C.E.T. = Corpo scarico turbina (Turbine Exhaust Body)	



**Figura 191 - Ubicazione delle scanalature di ispezione del boroscopio**



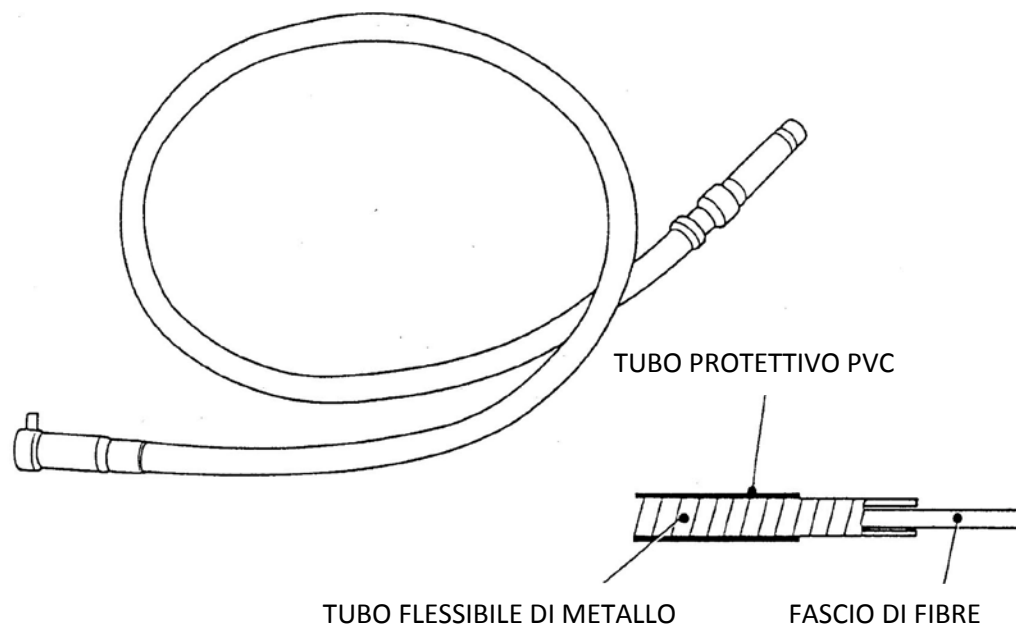
**Figura 192 - Generatore di luce per boroscopia**

Il generatore di luce è composto da una lampada alogena, uno specchio concavo e un sistema di lenti, definito "condensatore". L'apparecchiatura genera e concentra, in un raggio limitato, la luce necessaria a illuminare le parti interne della turbina. L'apparecchiatura, in genere, è difficile da gestire, in quanto è dotata di sistemi per la modulazione dell'intensità luminosa e per il raffreddamento della lampada alogena; per questo motivo è previsto un accessorio, definito cavo a "fibre ottiche", che conduce la luce all'endoscopio.

Il cavo a "fibre ottiche" è composto da un fascio di fibre ottiche flessibili di lunghezza appropriata, rivestite da una guaina metallica a spirale.

Sono presenti due adattatori, uno sul lato del generatore e uno su lato dell'endoscopio.

Vedere [Figura 193](#).



**Figura 193 - Fibra ottica**

L'endoscopio è composto da un sistema ottico e un fascio di fibre ottiche, che conducono la luce dal cavo a "fibre ottiche" all'oggetto da illuminare.

Il sistema ottico consiste, a propria volta, di un obiettivo, una serie di lenti intermedie e un oculare di collimazione, il tutto montato su un'asta rigida.

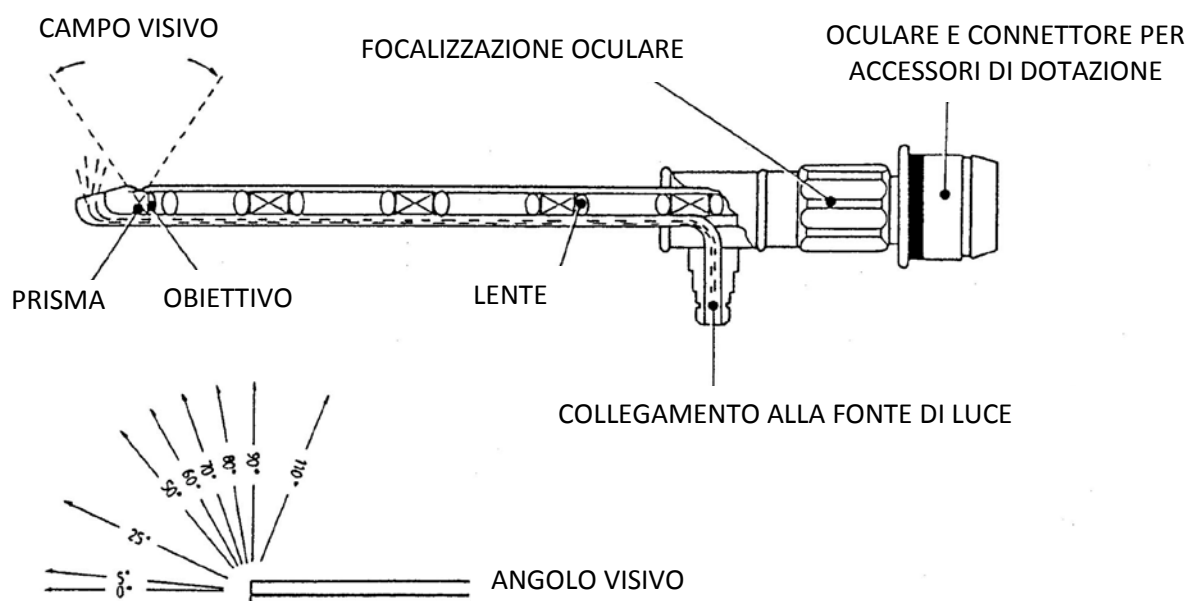
Alcuni tipo di endoscopi sono provvisti di un prisma, posizionato dopo l'obiettivo, e sono utilizzati per ottenere visioni angolari (90°).

Esistono endoscopi rigidi o flessibili. Con gli endoscopi flessibili il gruppo delle lenti intermedie è sostituito da un fascio di fibre ottiche di alta qualità, protette da una guaina metallica a spirale, che racchiude anche il cavo a fibre ottiche.

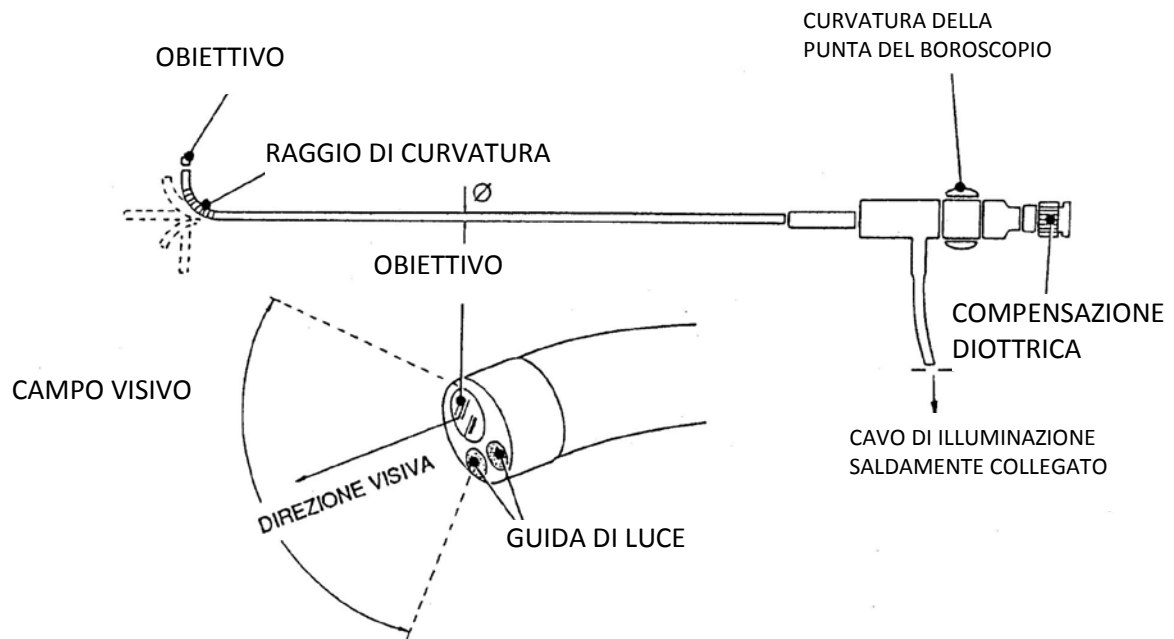
Vedere [Figura 195](#).

Le fibre garantiscono una buona flessibilità e consentono di ottenere un'immagine accurata sull'obiettivo. La qualità dell'immagine migliora in proporzione al numero di fibre ottiche per millimetro quadrato.

Questa caratteristica è chiamata "definizione".



**Figura 194 - Endoscopio rigido**



**Figura 195 - Endoscopio flessibile**

Inoltre, questo tipo di endoscopi può anche essere dotato di una testina portaobiettivo, che può essere manipolata e orientata attraverso l'oculare - garantendo una visione superiore a 180°.

Gli endoscopi possono essere dotati di speciali adattatori per fotocamere/videocamere, in modo che le immagini possano essere visualizzate su uno schermo e/o registrate.

Questa apparecchiatura, se correttamente utilizzata da tecnici esperti, può garantire controlli estremamente accurati, registrando le informazioni osservate.

**Programma di ispezioni boroscopiche**

L'ispezione boroscopica viene generalmente eseguita, quando si ritenga che talune parti necessitino di riparazione o sostituzione.

Il programma deve comprendere innanzitutto, l'ispezione con la relativa registrazione scritta o mediante fotografie delle condizioni della macchina all'avviamento, quindi alcune ispezioni e registrazioni dei risultati ottenuti.

Il programma di ispezioni boroscopiche è estremamente utile per la programmazione della manutenzione e riduce i costi, aumentando la disponibilità e affidabilità della turbina.

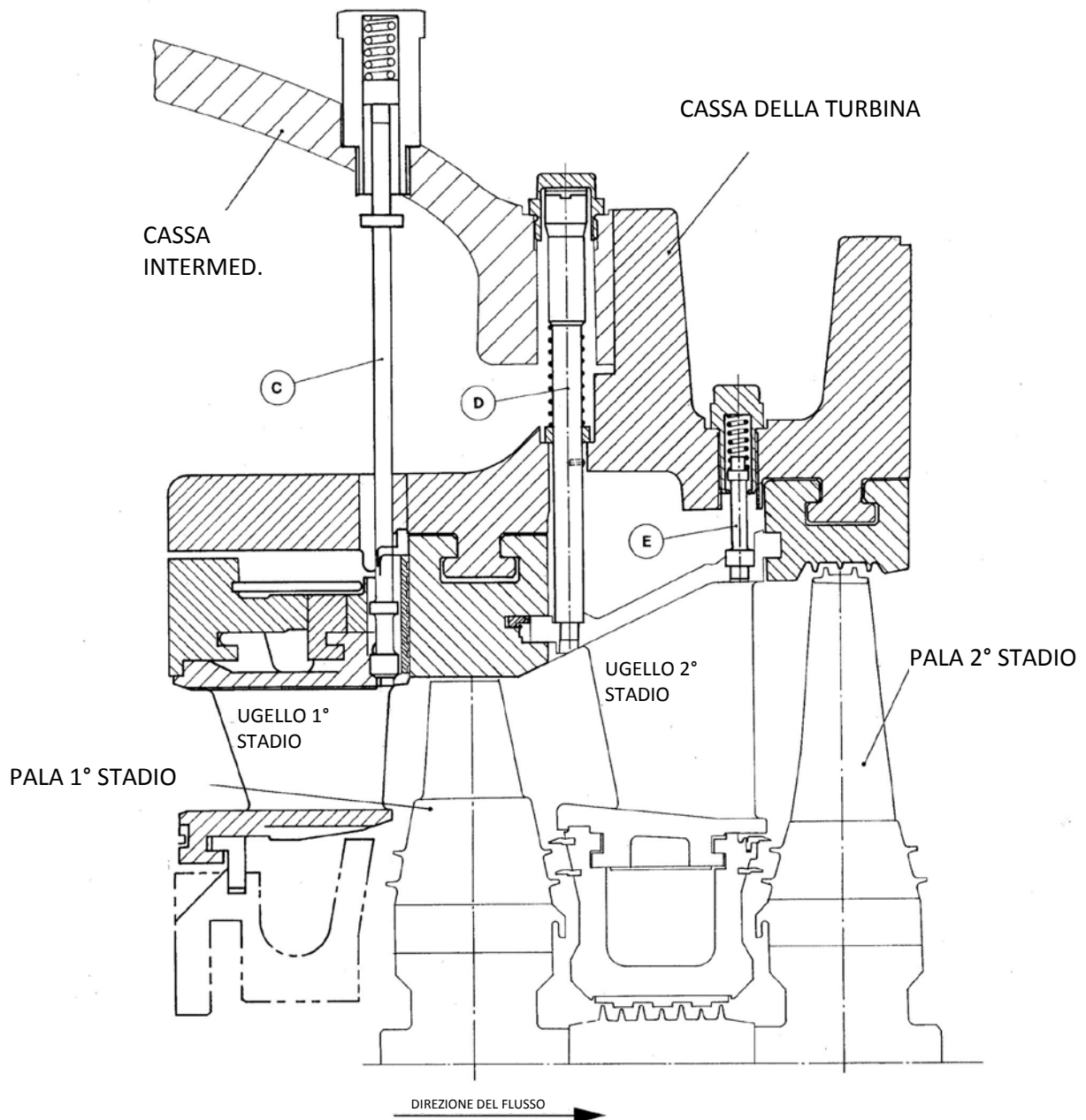


**Preparazione della turbina prima dell'ispezione boroscopica**

La turbina deve essere spenta. La temperatura nei portelli del rotore non deve superare 80°C. Temperature più elevate potrebbero danneggiare irrimediabilmente l'endoscopio.

Gli slot dell'endoscopio sono generalmente coperti da un dispositivo di chiusura (coperchio e asta). Vedere [Figura 196](#) .

Assicurarsi che i coperchi siano rimessi a posto correttamente al termine dell'ispezione.



**Figura 196 - Sezione standard di un coperchio per slot del boroscopio**

## 16 CONTROLLO DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE

### 16.1 OPERAZIONI PRELIMINARI

Prima di smontare le parti da controllare, occorre eseguire le seguenti operazioni:

- a. Spegnerne il sistema antincendio.
- b. Interrompere l'alimentazione di energia elettrica.
- c. Interrompere l'alimentazione di combustibile.
- d. Rimuovere, se necessario, le parti del package, che possano interferire con lo smontaggio successivo.
- e. Rimuovere le due flange delle condutture primarie di mandata del gas (vedere [Figura 197](#) , dettaglio A).
- f. Disconnettere l'erogazione dell'olio alla servovalvola dell'attuatore sul coperchio della camera di combustione (vedere [Figura 197](#) , dettaglio C).
- g. Disconnettere i cavi elettrici della servovalvola dell'attuatore, indicati al punto 1.5, e i cavi elettrici del trasduttore di posizione (RVDT).
- h. Estrarre le termocoppie dalle guide (vedere [Figura 197](#) , dettaglio E).
- i. Disconnettere i tappi a pressione, usati per misurare l'aria di combustione (DPAC), (vedere [Figura 197](#) , dettaglio F).
- j. Disconnettere le tre flange del gas terziario (vedere [Figura 197](#) , dettaglio B).
- k. Disconnettere la conduttura di sfiato dal supporto n. 2.
- l. Disconnettere le condutture di estrazione aria dal compressore assiale.
- m. Disconnettere i collettori e i cavi elettrici, che potrebbero interferire con la rimozione delle parti controllate.
- n. Applicare i contrassegni di sicurezza sui cavi elettrici.
- o. Applicare i contrassegni a tutte le condutture e gli orifizi smontati, se necessario.
- p. Coprire le aperture di estremità delle condutture e tutte le aperture delle casse, usando coperchi e nastro adesivo.

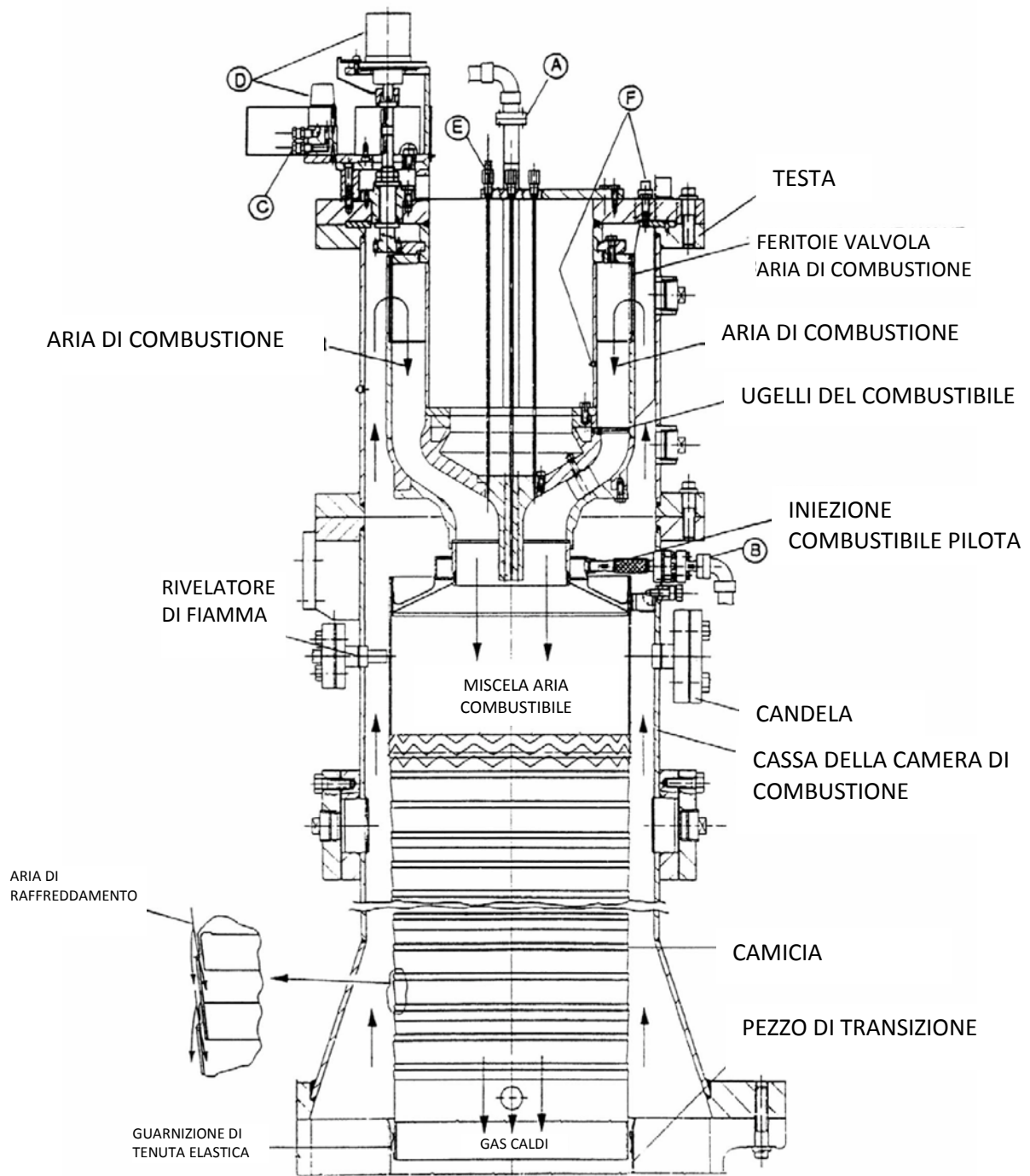
Per il controllo generale occorre smontare anche la cappa di entrata e di scarico.

Se la turbina è dotata di condotti di entrata e scarico verticali, anche queste parti devono essere smontate, se necessario.

### 16.2 PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE

Le parti interessate dalla combustione sono le seguenti:

- Coperchio (camera di combustione);
- Cassa;
- Coperchio e camicia (o pezzo di transizione);
- Candela;
- Attacco.



**Figura 197 - Sistema di combustione - Cassa**

### 16.3 RIMOZIONE DI PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE

Per le operazioni di rimozione è necessario smontare una o più metà superiori della cassa. Proteggere le parti non coperte, per evitare che la polvere o altro possa penetrare all'interno. Non rimuovere la protezione, se non strettamente necessario per procedere con gli interventi di controllo, e rimetterla a posto non appena finito.



#### **NOTA**

Per sollevare le parti principali, fare riferimento a "Pesi e baricentri per PGT5/M".

#### 16.3.1 RIMOZIONE DEL COPERCHIO DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE

L'intero coperchio viene generalmente rimosso come singola unità.

Ciò nonostante, qualora il coperchio debba essere smontato in diverse parti, fare riferimento alle specifiche - "ISTRUZIONI PER L'INSTALLAZIONE" e "ISTRUZIONI PER L'INSTALLAZIONE DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE".

In particolare:

- Rimuovendo l'attuatore per sostituire i giunti dello statore, NON TOCCARE i dispositivi di regolazione della corsa (vedere anche [Paragrafo 16.6.10](#) – Procedure per montaggio/smontaggio dell'attuatore).
- Rimuovendo o sostituendo il trasduttore RVDT, rimetterlo a posto nella stessa posizione originale. Le marcature di riferimento di colore rosso, applicate sul corpo e sull'albero del trasduttore, devono essere adeguatamente allineate, quando la valvola dell'aria sia completamente aperta.
- Sistemare alcuni golfari nelle due flange del coperchio e imbraccarle, usando delle cinghie.
- Estrarre i bulloni dalla controflangia, fissata tra il coperchio e la cassa della camera di combustione.
- Installare i dispositivi ad asta scorrevole.
- Estrarre il coperchio e poggiarlo su blocchi di legno. Prestare attenzione alle condutture della servovalvola.
- Pulire tutti i bulloni e i dadi, fasciarli e contrassegnarli per la reinstallazione.

#### 16.3.2 RIMOZIONE DEL RIVELATORE DI FIAMMA E DELLA CANDELA

- Rimuovere il rivelatore di fiamma e la candela della camera di combustione e poggiarli su una tavola di legno o di cartone spesso. Avvertenza: non danneggiare le parti in ceramica all'interno della candela.
- Gettare via le guarnizioni usurate, dal momento che non potranno essere riutilizzate.

#### 16.3.3 RIMOZIONE DI COPERCHIO E CAMICIA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE

- Estrarre le tre viti di fissaggio (vedere [Figura 198](#), dettaglio B).

- Disconnettere i tre pezzi di transizione terziari. Cominciare estraendo la flangia della cassa, quindi svitare la camicia ed estrarla dal relativo alloggiamento nel collare (vedere [Figura 198](#), dettaglio A).
- Installare due blocchi di legno (circa 40x100x200 mm) al di sotto della camicia. Estrarre la camicia, usando lo strumento SOM XXX (vedere [Figura 198](#), dettagli 1, 2).

#### 16.3.4 RIMOZIONE DELLA CASSA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE

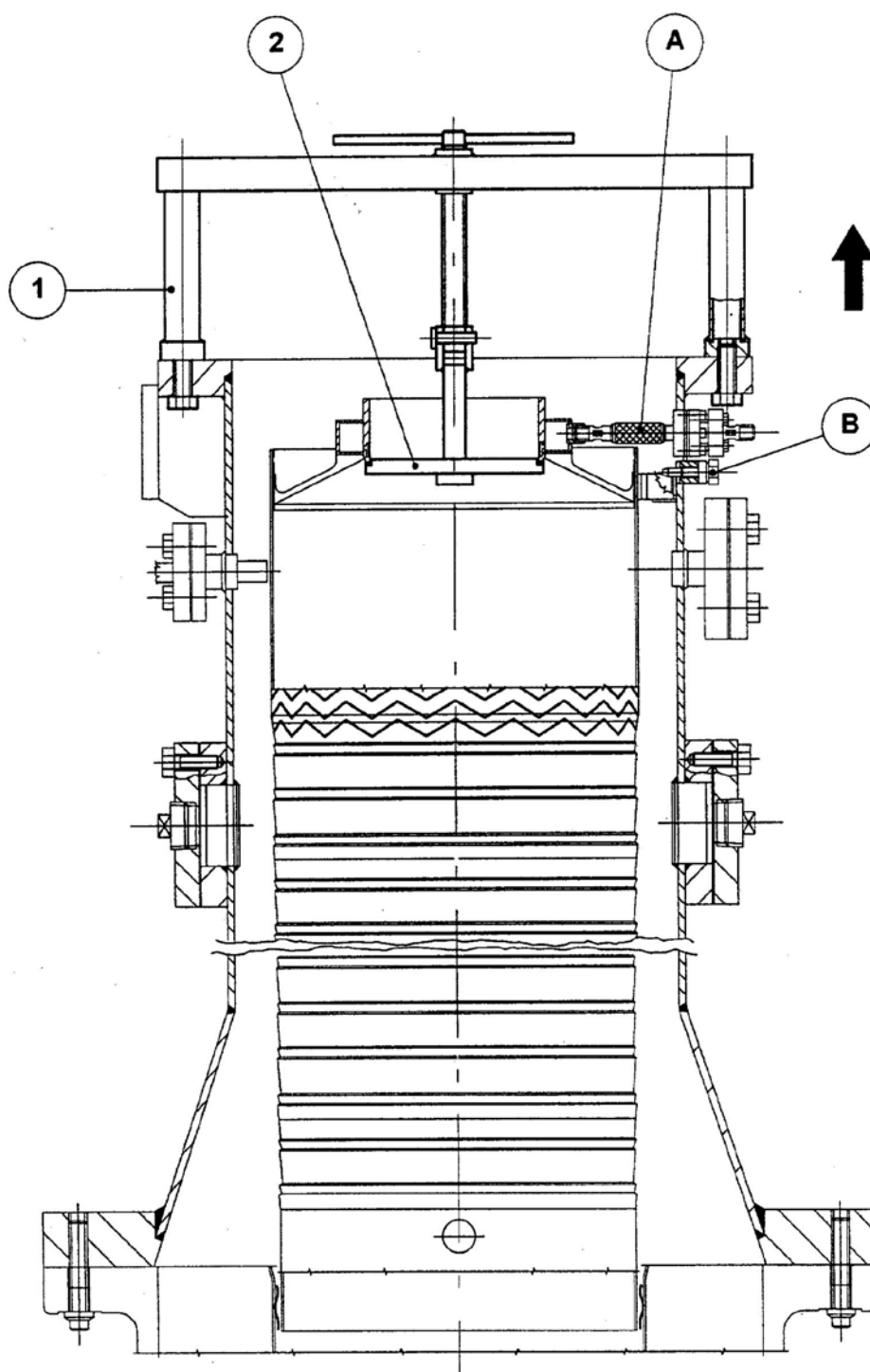
- Estrarre i bulloni della controflangia, posizionata tra la camera di combustione e la cassa della turbina.  
Installare alcuni golfari speciali e sollevare la camera di combustione.  
Posizionarla su una tavola di legno o di cartone spesso, per non danneggiare la superficie di accoppiamento della flangia inferiore (quest'ultima, dopo la reinstallazione, si dovrà unire strettamente alla cassa della turbina).
- Pulire tutti i bulloni e i dadi, fasciarli e contrassegnarli per la reinstallazione.



#### **AVVERTENZA**

PRIMA DI PULIRE IL COMPRESSORE ASSIALE, DISCONNETTERE:

- le condutture, che collegano il coperchio della camera di combustione al trasmettitore di pressione differenziale, per misurare l'aria combusta (vedere [Figura 197](#), dettaglio F).
- i pezzi di transizione primari (dettaglio A) e terziari (dettaglio B), quindi coprire le tubazioni con flange cieche. Prima di riconnettere le tubazioni, pulire ogni tubazione con aria o azoto per 1 o 2 minuti.



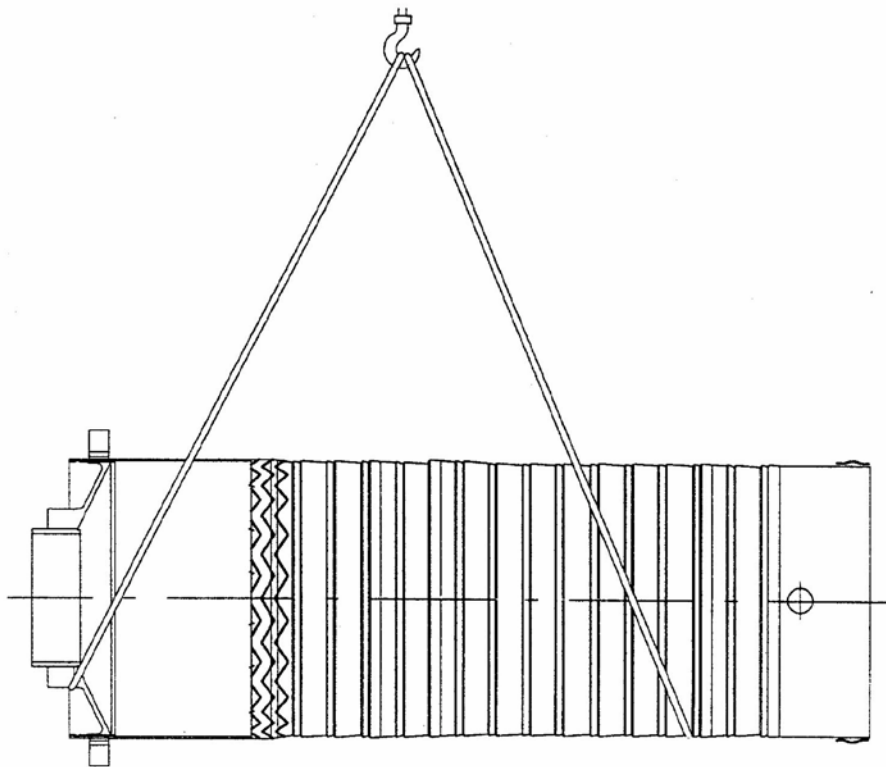
**Figura 198 - Attrezzi per la rimozione della cassa**

### 16.3.5 SUPPORTO DELLA CASSA

Prima di procedere con lo smontaggio, assicurarsi che le casse siano adeguatamente supportate. Durante l'esecuzione di questa operazione, cercare di evitare che l'asse della macchina si deformi, conseguentemente alla rimozione delle metà superiori della cassa.

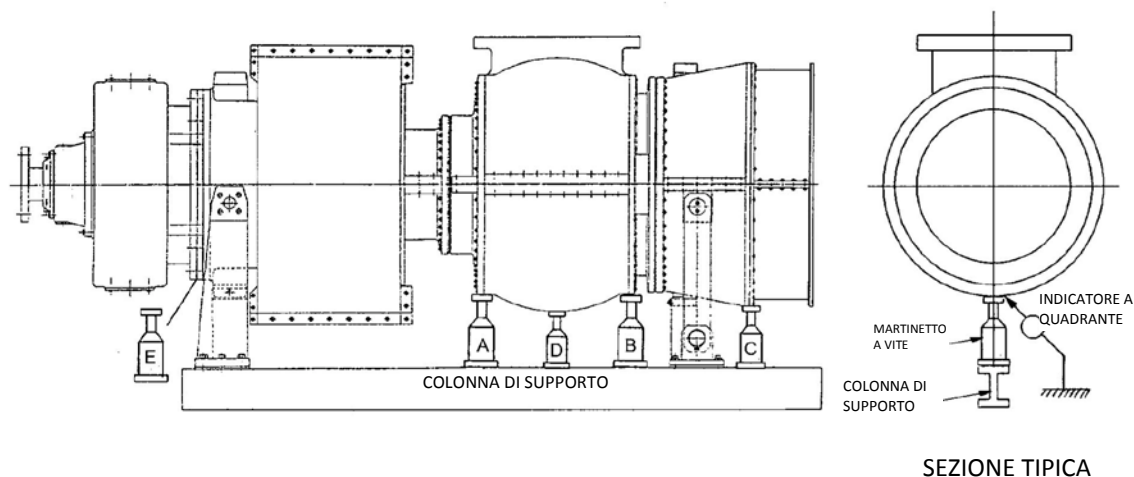
A tale scopo:

- Posizionare i martinetti a vite sulla trave speciale nel blocco, in corrispondenza della centratura verticale delle seguenti flange:
- Flangia posteriore della cassa del compressore
- Flangia posteriore della cassa della turbina
- Flangia posteriore della cassa di scarico della turbina (vedere [Figura 199](#))



**Figura 199 - Imbracatura e sollevamento della cassa**





**Figura 200 - Supporto della cassa**

- Settare un indicatore a quadrante al di sotto di ogni flangia con il supporto di un martinetto. Gli indicatori a quadrante non devono essere posizionati né sulla trave, dove siano collocati i martinetti, né sui martinetti.
- Posizionare gli indicatori a quadrante, in modo da avere una precarica di 2-3 mm e settare i quadranti di lettura nuovamente sullo zero.
- Sollevare i martinetti, in modo che sollevino le casse di 0,025-0,075 mm. Iniziare a sollevare la flangia della cassa del compressore e proseguire nella direzione del flusso.

### **16.3.6 RIMOZIONE DELLA CASSA DELLA TURBINA**

Rimuovere le flange delle condutture di spurgo e raffreddamento della cassa del compressore. Contrassegnare la posizione di accoppiamento delle flange per la successiva reinstallazione.

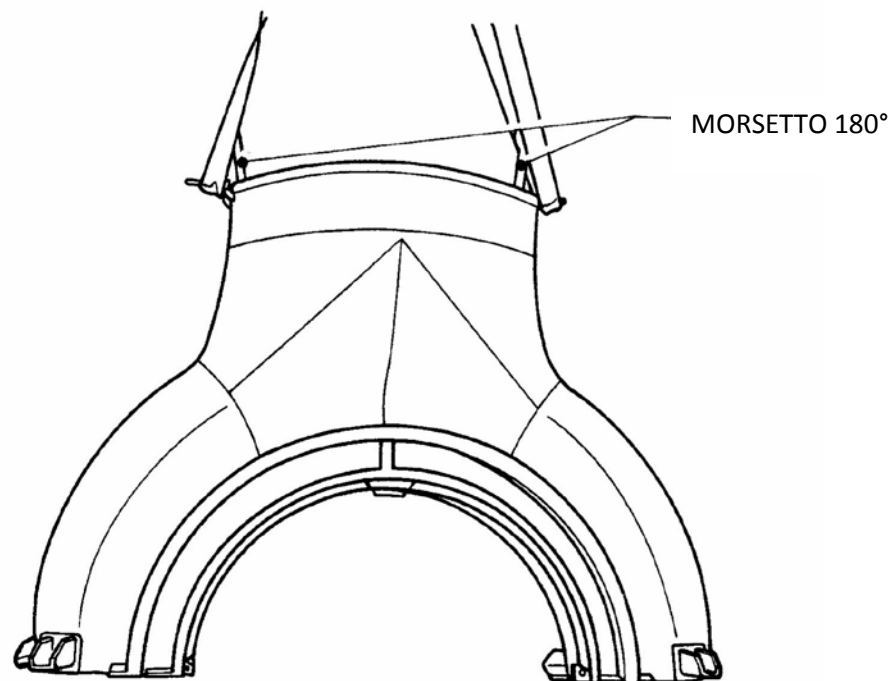
A questo punto, è possibile rimuovere la metà superiore della cassa della turbina. A tale scopo:

- Rimuovere la vite di fissaggio dalla cassa del compressore e la cappa di scarico della turbina (solo sulla metà superiore).
- Rimuovere le coppie di identificazione e i bulloni della giunzione orizzontale della cassa della turbina.

- Pulire tutti i dadi e i bulloni, imballare e contrassegnare per il successivo rimontaggio.
- Installare, uno per lato, le due aste scorrevoli speciali nelle scanalature della flangia orizzontale della cassa della turbina.
- Assicurarsi che i martinetti siano in posizione e a contatto con le flange.
- Sistemare un altro martinetto (D) al di sotto della metà inferiore della cassa della turbina, esattamente al centro della flangia inferiore (vedere [Figura 200](#) ).
- Imbracare la metà superiore della cassa della turbina e, con l'ausilio dell'ultimo martinetto installato, sollevare la cassa della turbina di 1 mm, in modo da allontanare le flange verticali della cassa del compressore dalla cappa di scarico della turbina, al fine di estrarre più agevolmente la cassa della turbina.
- Agire sulle quattro viti di sollevamento, per disconnettere le flange orizzontali della cassa della turbina.
- Sollevare lentamente la cassa della turbina, assicurandosi che il sollevamento avvenga con un assetto perfettamente orizzontale e che l'intervento si svolga in modo regolare, senza danneggiare le parti interne.
- Sistemare la cassa della turbina su blocchi di legno, per non danneggiare le parti, che sporgano dalla centratura.
- Allentare il martinetto, fino a quando tutti gli altri martinetti non incontrino le flange verticali.

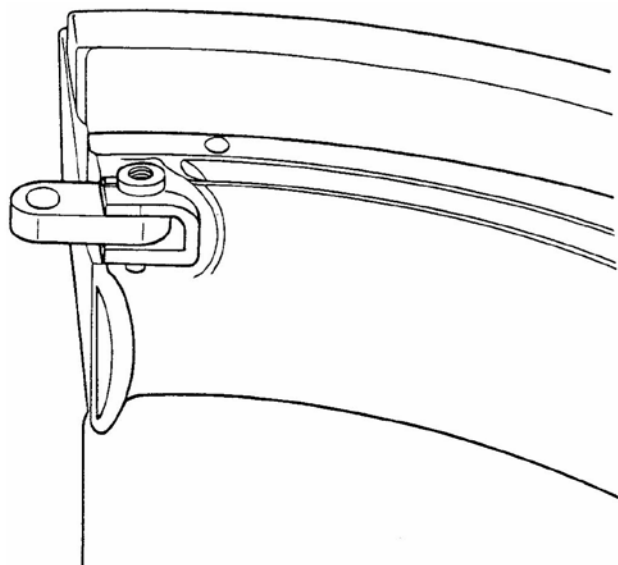
### **16.3.7 RIMOZIONE DEL PEZZO DI TRANSIZIONE**

- Disconnettere le due condutture di raffreddamento dal supporto n. 2 (posizionate a destra e a sinistra della condotta di sfato).  
A tale scopo, rimuovere innanzitutto la parte in rettilineo e quindi il gomito di ciascuna condotta.
- Contrassegnare la posizione di accoppiamento di tutte le condutture per la successiva reinstallazione.
- Installare due morsetti a 180° sull'apertura superiore del pezzo di transizione, imbraccarlo e sollevarlo molto lentamente (vedere [Figura 200](#) ).
- Rimuovere la flangia inferiore della cassa della turbina, per raggiungere i bulloni, che fissano la ghiera di bloccaggio (divisa in due parti) del pezzo di transizione all'anello di ritegno di 1° stadio.
- Svitare le piastre di bloccaggio, svitare i relativi bulloni e rimuovere la ghiera di bloccaggio.
- Sollevare il pezzo di transizione, fino a che si muova liberamente, e allontanarlo dagli ugelli di 1° stadio.
- Avvitare un bullone 1/4"-20 UNC nel foro di estrazione di uno dei perni di biella sulla centratura orizzontale del pezzo di transizione.
- Tirare la coppiglia verso l'ugello di 1° stadio.

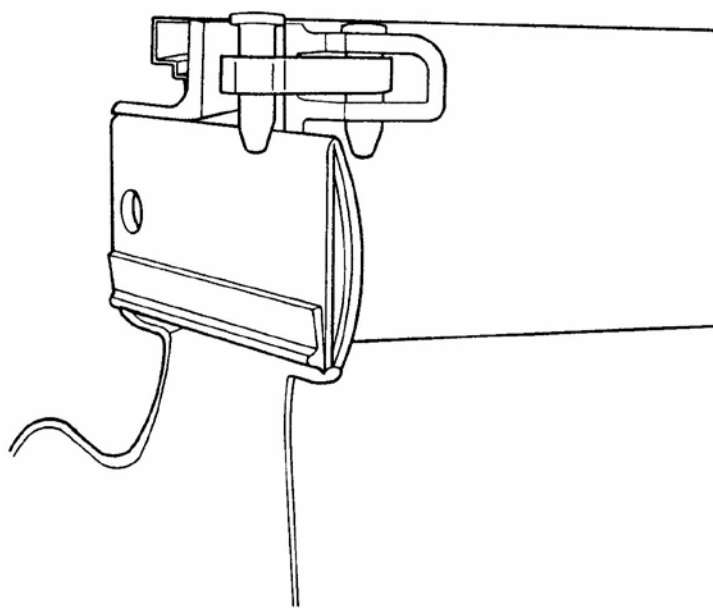


**Figura 201 - Sollevamento del pezzo di transizione**

- Assicurarsi che la coppiglia non cada tra i setti degli ugelli di 1° stadio.
- Procedere allo stesso modo sull'altro lato.
- Questa operazione può essere complicata dalla deformazione della superficie della giunzione orizzontale del pezzo di transizione. Per tale motivo alcune scanalature sono state realizzate sull'uscita, due sul lato sinistro. Posizionare la chiave speciale (RCO 11601) nelle scanalature su entrambi i lati del pezzo di transizione. Mantenere le flange di giunzione orizzontali del pezzo di transizione l'una vicina all'altra, quindi estrarre una delle due coppiglie dalla biella. L'altra coppiglia, una volta rilasciata, verrà fuori agevolmente (vedere [Figura 202](#) - [Figura 203](#) - [Figura 204](#) ).
- Avvicinare nuovamente il pezzo di transizione all'ugello di 1° stadio. Rimontare, mediante i bulloni, la metà inferiore della ghiera di bloccaggio, che supporterà la metà inferiore della transizione, dopo la rimozione della metà superiore.
- Rilasciare le piastre di bloccaggio dei dadi e dei bulloni lungo la centratura orizzontale del pezzo di transizione, quindi rimuovere i dadi e i bulloni.

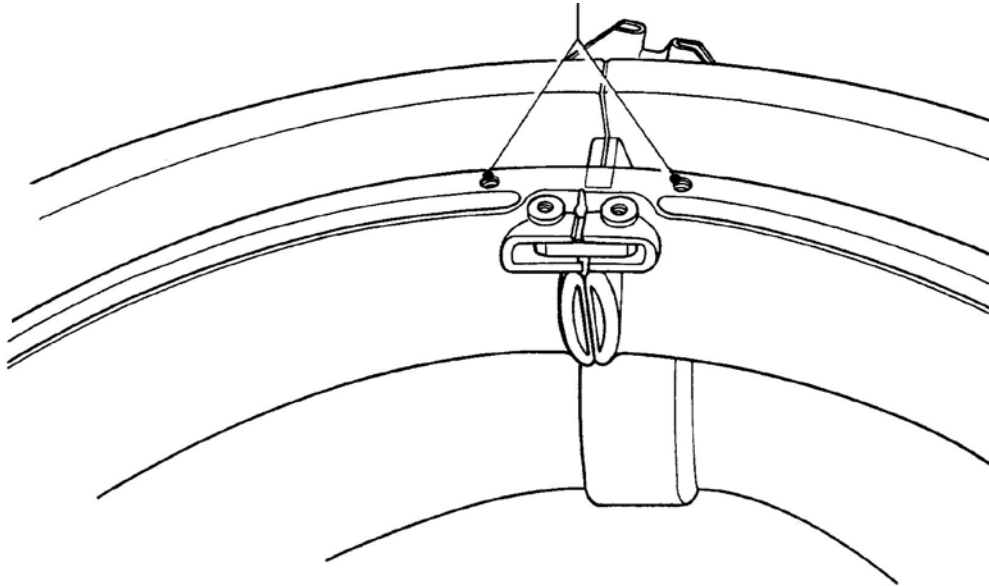


**Figura 202 - Bielle del giunto interno del pezzo di transizione**



**Figura 203 - Bielle del giunto interno del pezzo di transizione**

SCANALATURE PER CHIAVE DI MONTAGGIO



**Figura 204 - Giunto interno del pezzo di transizione**

- Sollevare la metà superiore del pezzo di transizione e sistemarla su una tavola di legno o di cartone spesso.  
Avvertenza: non danneggiare il rivestimento in ceramica dell'uscita.
- Installare un golfare su ciascun lato delle filettature di accoppiamento della metà inferiore del pezzo di transizione e usare un'imbracatura per sollevarlo leggermente.  
Rimuovere le viti dalla ghiera di bloccaggio, per rilasciare il pezzo di transizione. Abbassare il pezzo di transizione; sciogliere l'imbracatura di uno dei due anelli sollevamento.  
Sollevare di nuovo la metà inferiore del pezzo di transizione ed estrarla, facendola ruotare intorno all'asse della macchina.
- Sistemarla accanto alla metà superiore, adottando le stesse misure precauzionali.
- Pulire tutti i bulloni e i dadi, fasciarli e contrassegnarli per la successiva reinstallazione.

## 16.4 VERIFICHE DEI GIOCHI DELLA TURBINA

Ogni volta che la cassa della turbina venga smontata per il controllo, verificare i giochi assiali e radiali di quest'area della macchina.

- Registrare le letture dei valori dei giochi negli appositi stampati.

- Confrontare tali letture con i valori predefiniti del disegno per determinare, se necessario, le misure correttive da adottare.
  - Se i valori dei giochi non sono compresi nelle tolleranze elencate nella relativa tabella, informare il Servizio di assistenza clienti di N.P. In tale caso, le parti non dovrebbero essere rimontate, dal momento che potrebbe essere necessario un ulteriore controllo.
- Per leggere correttamente i giochi, il rotore deve essere spinto sulla superficie caricata del cuscinetto reggispinna. Gli ugelli e i segmenti di anello (anelli esterni) devono essere spinti in senso assiale nella direzione del flusso, per ripristinare i giochi assiali e radiali.

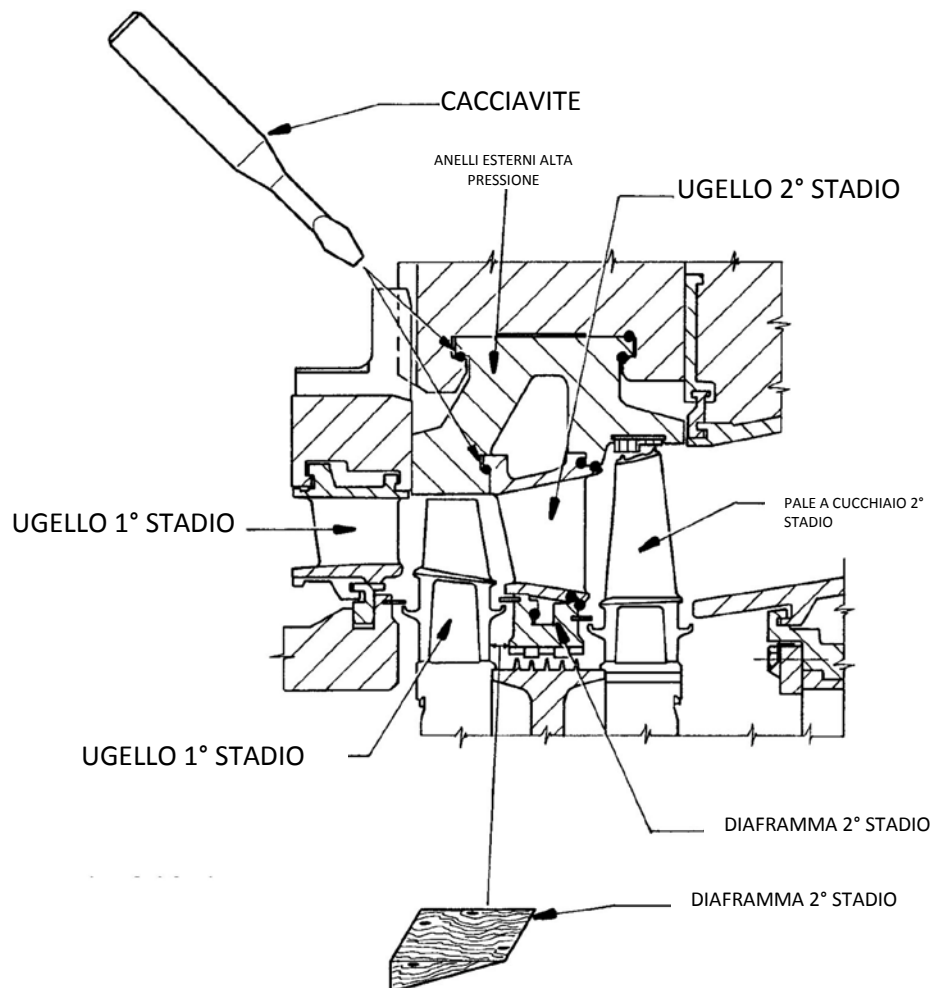
A tale scopo:

- Inserire un cacciavite, come illustrato nella [Figura 205](#), per ripristinare i giochi assiali.
- Sistemare un cuneo di legno tra il rotore e il diaframma di 2° stadio, per ripristinare i giochi radiali dell'ugello di 2° stadio, come illustrato nella [Figura 205](#).

I giochi della turbina dovrebbero essere rilevati sotto la supervisione di un referente di N.P. È estremamente importante usare strumenti idonei, per ottenere misurazioni accurate.

#### **16.4.1 DEFINIZIONE DEI LATI DESTRO E SINISTRO DELLA TURBINA**

Per registrare adeguatamente i giochi, occorre definire i lati destro e sinistro della macchina. A tale scopo, posizionarsi in piedi davanti alla cassa di ammissione dell'aria e guardare verso la turbina in direzione del flusso. Il lato destro della macchina si trova alla destra dell'osservatore, mentre il lato sinistro si trova alla sinistra dell'osservatore.



**Figura 205 - Spinta sull'ugello di 2° stadio per le verifiche dei giochi della turbina sulla cassa della turbina**



## 16.5 CONTROLLI

Una volta eseguito lo smontaggio, controllare le parti smontate come illustrato di seguito.



### **ATTENZIONE**

IMPORTANTE: PULIRE LE PARTI SMONTATE SOLO DOPO AVER EFFETTUATO UN CONTROLLO VISIVO ACCURATO.

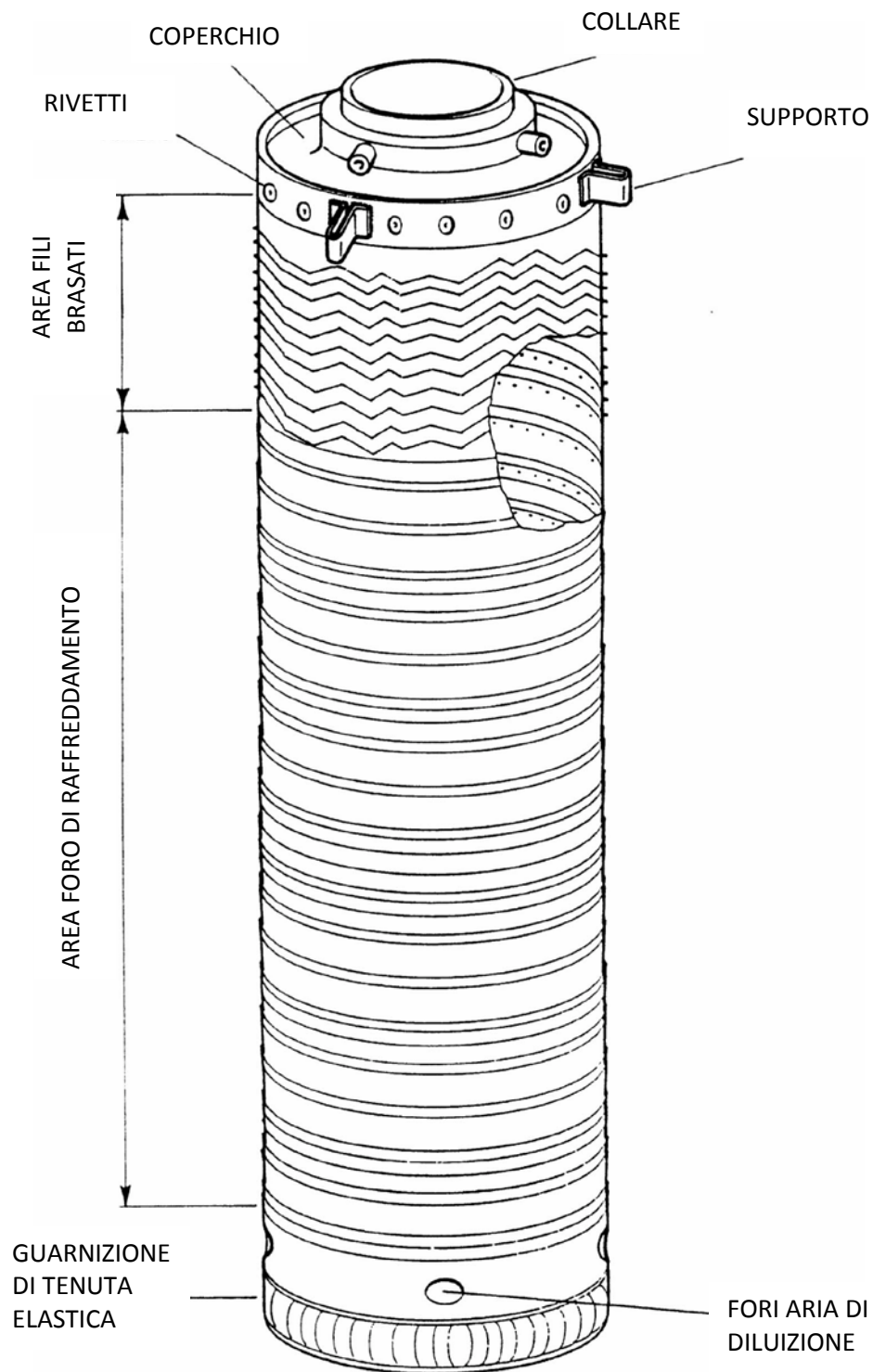
### 16.5.1 CONTROLLO DI COPERCHIO E CAMICIA DI COMBUSTIONE

- I controlli delle camicie non seguono un programma specifico, ma sono eseguiti ogni volta che sia necessario.
- Il presente manuale non descrive le riparazioni mediante saldatura, dal momento che non possono essere effettuate in loco.
- Registrare il controllo della camicia della camera di combustione sui relativi moduli.

#### **Controllo della camicia della camera di combustione**

Controllo dell'area "raffreddata attraverso canali".

Per capire se la camicia debba essere riparata o sostituita, oppure se possa essere riutilizzata, vedere la [Tabella](#) seguente. Per conoscere la tecnica di riparazione applicabile a quest'area della camicia, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. La [Figura 209](#) identifica le aree della camicia, indicate nella [Tabella](#) seguente.



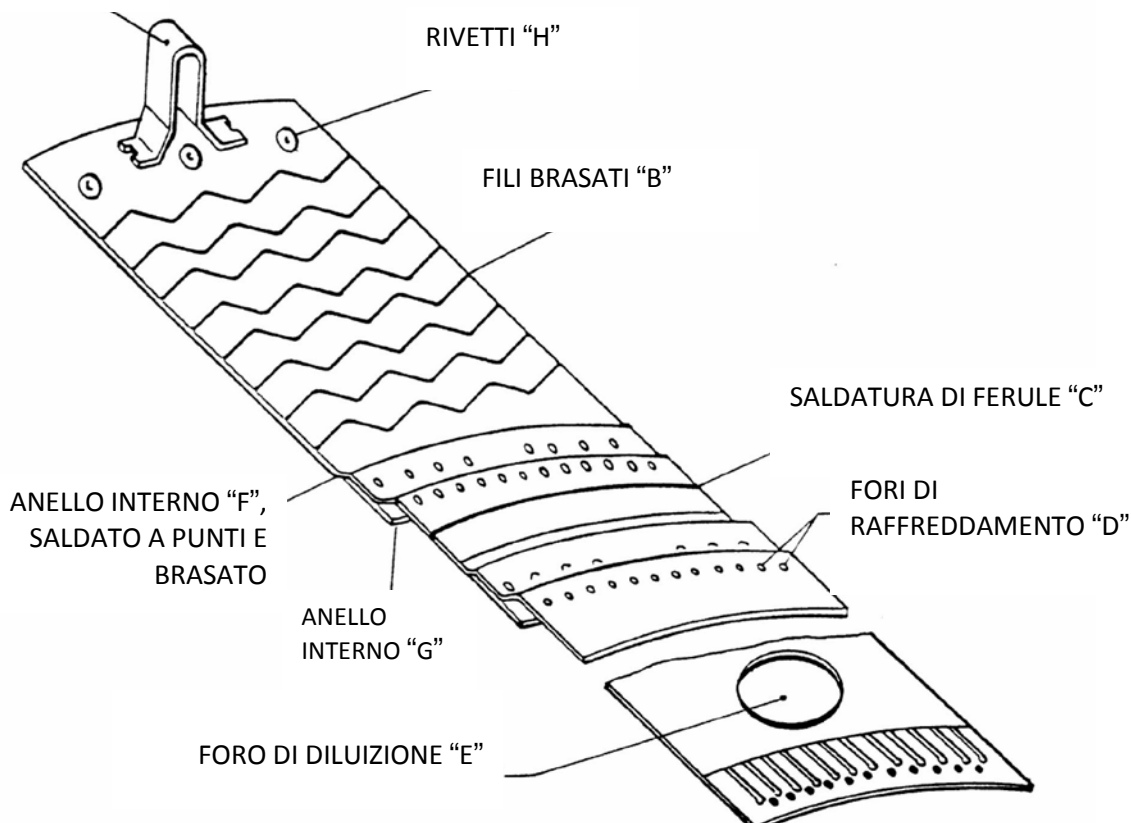
**Figura 206 - Camicia della camera di combustione**

Per verificare la presenza di cricche nelle saldature, condurre prove non distruttive, usando liquidi penetranti fluorescenti, solubili in acqua, come DUBL-CHECK DP-51 o prodotti simili.

La Figura 207 illustra una tipica porzione di quest'area della camicia. Controllare quanto segue:

Supporti (A)	Eseguire un controllo visivo e verificare le deformazioni.
Fili brasati (B)	Controllo manuale e visivo dell'aderenza (dal momento che non è possibile eseguire la prova con liquido penetrante a
Saldature di ferule (C), fori di raffreddamento (D) e fori di diluizione (E)	Verificare la presenza di cricche mediante prova con liquido penetrante
Anelli interni:	Controllo visivo intorno al collare (area brasata F) e intorno alla sezione inferiore della camicia (bordo di uscita degli

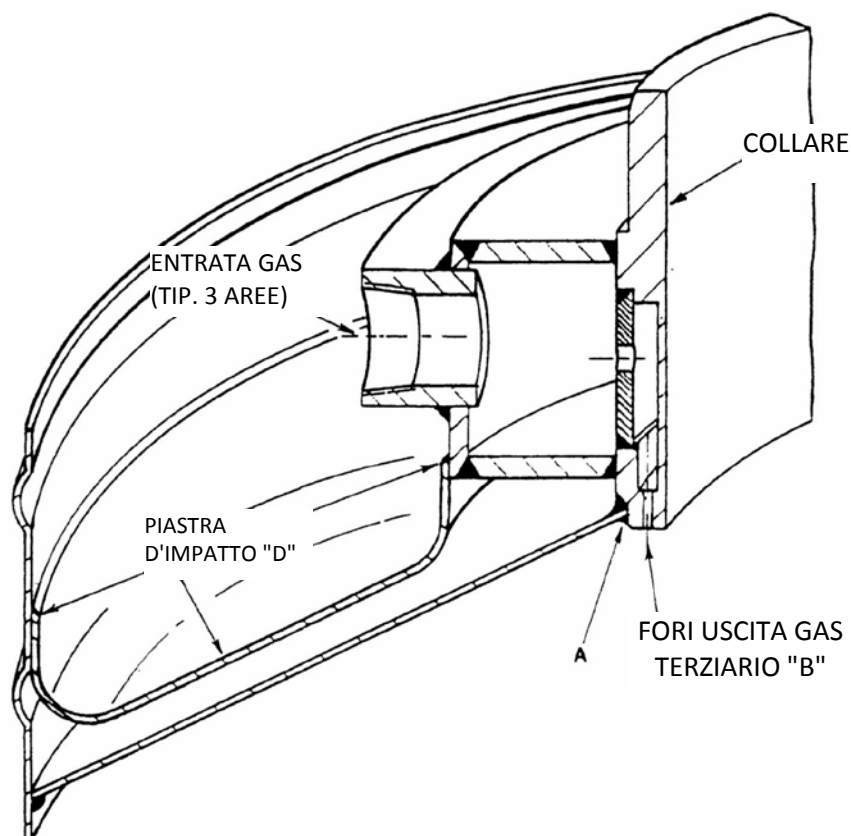
#### SUPPORTI "A"



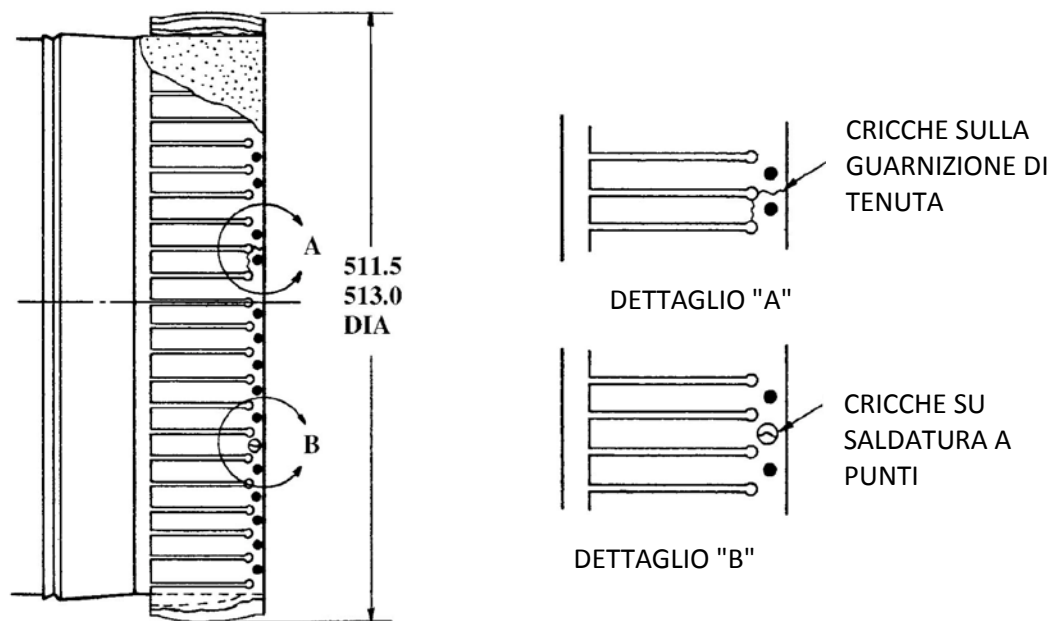
**Figura 207 - Tipica porzione di area della camicia "raffreddata attraverso canali" e dispositivo di arresto posteriore**

**Controllo del coperchio**

- Usando uno specchio, controllare attentamente la saldatura tutto intorno al collare (A). Le cricche non sono assolutamente ammissibili.
- Controllare le uscite del gas terziario (B). Chiudere con un tappo due condutture di mandata del gas e soffiare aria compressa nella terza conduttura di mandata.
- Controllare il collare e verificare le tracce di usura o cricche (C).
- Controllare visivamente le saldature della piastra d'impatto, la piastra di raffreddamento del getto (D).

**Figura 208 - Sezione del coperchio****Controllo delle guarnizioni di tenuta elastiche**

Controllare la guarnizione di tenuta elastica. Verificare le tracce di deformazioni, usura e cricche sulle lamine. Verificare le cricche sulle saldature a punti. Per i limiti di accettabilità vedere la [Tabella](#) seguente e la [Figura 209](#).



**Figura 209 - Guarnizione di tenuta elastica della camicia**

**LIMITI DI ACCETTABILITÀ DELL'AREA "RAFFREDDATA ATTRAVERSO CANALI" DI COPERCHIO E CAMICIA**

GUSCIO ESTERNO	
Difetti	Limiti di accettabilità
Cricche vicino ai canali di	Non ammissibili.
Max. ovalizzazione	6 mm rispetto al contorno originale.
Max. deformazione locale	3 mm rispetto al contorno originale, ma in assenza di cricche.

ANELLO INTERNO	
Difetti	Limiti di accettabilità
Cricche assiali.	Nessuna consentita.
Cricche radiali.	Nessuna consentita.

**ANELLO INTERNO**

Bruciature con effetti di surriscaldamento sulle brasature.

Nessuna consentita.

**COPERCHIO**
**Difetti**
**Limiti di accettabilità**

Bruciature o surriscaldamenti.

Nessuna consentita.

Cricche sulla saldatura del collare.

Nessuna consentita.

Cricche sulla saldatura del raccordo di uscita.

Nessuna consentita.

Nessuna consentita.

Cricche sulle saldature della piastra d'impatto.

**GUARNIZIONI DI TENUTA ELASTICHE**
**Difetti**
**Tolleranze di accettabilità**

Cricche assiali.

Nessuna consentita.

Cricche radiali.

Nessuna consentita.

Saldature a punti spezzate

su un massimo di 4 punti non adiacenti, purché le cricche non si siano propagate al di fuori dell'area di saldatura.

Deformazioni (appiattimenti).  
La piegatura sarà di 3,5 mm.

Nessuna consentita.

Usura.

Perdita di metallo max. 50%.

## **Controllo dei rivetti**

Controllare i rivetti che uniscono il coperchio alla camicia. Verificare le tracce di usura o cricche lungo la saldatura.

### **16.5.2 CONTROLLO DELLA CASSA**

Controllare visivamente i dispositivi di fissaggio della camicia, nonché le superfici interne ed esterne della cassa. Verificare la presenza di cricche o le tracce di corrosione; assicurarsi che non vi siano parti mancanti. In caso di dubbi, eseguire una prova con liquido penetrante.

### **16.5.3 CONTROLLO DEL PEZZO DI TRANSIZIONE**

- Pulire e quindi controllare tutte le superfici del pezzo di transizione. Verificare la presenza di cricche, eseguendo una prova con liquidi penetranti. In particolare, verificare attentamente tutte le saldature della cassa, le saldature delle flange di chiusura dei giunti e le saldature degli alloggiamenti delle bielle.  
Verificare le condizioni del rivestimento ceramico sulla superficie interna dell'apertura di uscita. Se, durante il controllo, si riscontrano i seguenti inconvenienti:

- Rotture o cricche sul guscio esterno: sostituire il pezzo di transizione.
- Rotture o cricche sulle flange di fissaggio o altre parti saldate del guscio: ripararle, usando una procedura di saldatura idonea.
- Deterioramento del rivestimento ceramico:  
contattare il Servizio assistenza clienti di N.P. per informazioni in merito ai limiti di accettabilità.
- Registrare i risultati dei controlli negli appositi stampati.
- Il pezzo di transizione può essere riparato da personale qualificato o inviato al Servizio di assistenza parti di ricambio di N.P.

#### 16.5.4 CONTROLLO DELLA CANDELA

La Figura 210 illustra la sezione di una tipica candela e i relativi elementi principali.

##### **NOTA**



L'elettrodo si può danneggiare durante le operazioni di smontaggio. Si consiglia di avere a disposizione elettrodi di ricambio.

- Controllare la candela. Verificare le tracce di grippaggi, usura o cricche sulla saldatura dell'elettrodo.  
Verificare le tracce di deterioramento sulle filettature dei collegamenti elettrici.
- Verificare il movimento del pistone, tirandolo per l'estremità dotata di connettori elettrici.

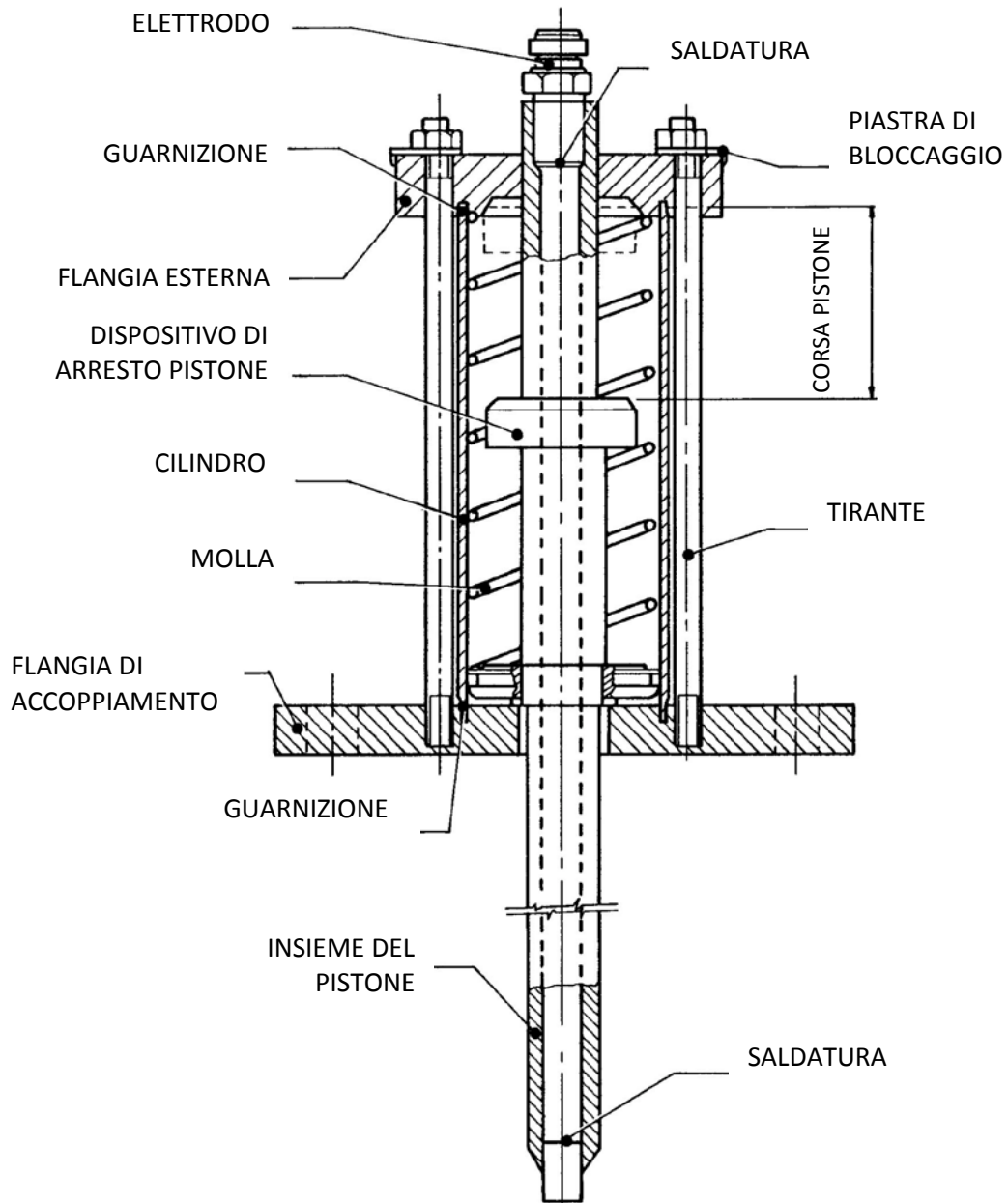
##### **AVVERTENZA**



OPERARE CON CAUTELA, SECONDO QUANTO INDICATO PER IL CONTROLLO IN OGGETTO. NON RILASCIARE IMPROVVISAMENTE IL PISTONE DALLA POSIZIONE DI ESTRAZIONE DELL'ELETTRODO, MA PROCEDERE A GRADI, AIUTANDOSI CON LE MANI; IN CASO CONTRARIO IL PISTONE POTREBBE COLPIRE LA FLANGIA DI ACCOPPIAMENTO.

Se il pistone è grippato, occorre sostituirlo. A tale scopo:

- Rilasciare le piastre di bloccaggio e svitare i quattro dadi dai tiranti, che collegano il cilindro alle due flange di estremità.
- Rimuovere la flangia esterna, rimuovere le molle e tirare fuori il pistone dal cilindro.
- Rimuovere l'elettrodo del pistone, svitandolo dal lato filettato.



**Figura 210 - Sezione tipica di una candela**



- Rimuovere il cilindro, proteggendo con attenzione le guarnizioni di tenuta.
- Pulire il cilindro e il pistone.
- Verificare l'assenza di grippaggio tra il cilindro e il pistone. In caso di grippaggio, levigare le aree interessate con tela smeriglio a grana fine.
- Verificare la presenza di usura sulle parti e, se necessario, eliminarne le cause.
- Pulire la punta dell'elettrodo e verificare che la guaina ceramica tra il rivestimento esterno e la sezione interna non sia danneggiata. Non si devono tollerare cricche né materiali mancanti.
- Verificare il rivestimento esterno dell'elettrodo. Non si devono tollerare rotture o cricche sulla saldatura.

### **16.5.5 CONTROLLO DEL RIVELATORE DI FIAMMA**

L'elemento sensibile del rivelatore di fiamma è posizionato all'interno di una custodia protettiva. L'elemento può essere sostituito, ma non riparato in loco. In caso di riparazioni, inviare l'elemento al fabbricante.

#### **AVVERTENZA**



QUALORA, PER QUALSIASI RAGIONE, L'ELEMENTO SENSIBILE DEBBA ESSERE RIMOSSO O SOSTITUITO, I CAVI ELETTRICI DOVRANNO ESSERE RICOLLEGATI SECONDO LE POLARITÀ CORRETTE. IL CAVO NERO DEL TRASDUTTORE CORRISPONDE AL POLO POSITIVO. L'INVERSIONE DEI POLI POTREBBE DANNEGGIARE L'ELEMENTO SENSIBILE.

Verificare che l'elemento sensibile funzioni correttamente, procedendo nel seguente modo:

- Pulire le lenti del sensore con un panno morbido.
- Ricollegare i cavi al sensore (secondo le polarità corrette) e accendere il pannello di controllo.
- Posizionare una sorgente luminosa ultravioletta di fronte all'elemento sensibile. Verificare se l'elemento si eccita in presenza di luce o meno.
- Il trasduttore deve essere in grado di rivelare la fiamma di un fiammifero da una distanza di 0,5 metri.

### **16.5.6 CONTROLLO VISIVO DELL'UGELLO 1° STADIO E DELLE PALE 1° STADIO DEL ROTORE (PALE A CUCCHIAIO)**

- Controllare visivamente gli ugelli e le pale della turbina. Verificare tracce di corrosione o erosione, cricche o deterioramento dovuti a corpi estranei. Usare un boroscopio, per verificare i segmenti alloggiati nella metà inferiore e nell'ugello del combustibile di 1° stadio.
- Registrare i risultati dei controlli nei relativi moduli.
- Se il risultato del controllo è "ok", vedere il [Paragrafo 17.1](#) del presente manuale per ulteriori informazioni.

## 16.6 RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE

- Le operazioni seguenti riguardano il rimontaggio di parti precedentemente smontate. Qualora sia necessario rimontare parti nuove o riparate, queste operazioni dovrebbero essere eseguite con l'assistenza del personale di N.P.
- Rimontare le parti, seguendo i numeri con cui siano state identificate, in modo da risistemarle nelle posizioni originali.
- Seguire le istruzioni fornite nei disegni complessivi.
- Prima di rimontare le parti, assicurarsi che siano state adeguatamente pulite.
- Applicare un leggero strato di composto anti-grippante FEL-PRO C102 su tutte le coppie e le filettature dei bulloni.
- Verificare la presenza di cricche sulle piastre di bloccaggio. In caso positivo, sostituire le piastre.
- Assicurarsi che le filettature autobloccanti (inserti filettati Helicoil) siano in buone condizioni. In caso contrario sostituirle.
- Serrare adeguatamente tutti i bulloni. I valori delle coppie di serraggio sono elencati nella [Tabella](#) seguente.

### 16.6.1 RIMONTAGGIO DEL PEZZO DI TRANSIZIONE

- Assicurarsi che le superfici di passaggio esterne e interne siano adeguatamente pulite.
- Riposizionare le guarnizioni di tenuta a "L" nelle relative scanalature sull'ugello di 1° stadio.
- Rimontare la metà inferiore del pezzo di transizione nella cassa della turbina, usando alcuni bulloni per bloccare una metà dell'anello di ritegno alla metà inferiore dell'ugello di 1° stadio.
- Imbracare la metà superiore del pezzo di transizione, sollevarla e posizionarla sulla metà inferiore. Riposizionare i bulloni e le relative piastre di bloccaggio, quindi effettuare il serraggio, dopo aver avvicinato tra loro le superfici.

#### VALORI DI COPPIA

DIAMETRO FILETTATURE	MATERIALE ASTM A437B4B (Kg.m)	MATERIALE ASTM A196B16 (Kg.m)
# 8 - 32	0,150 ÷ 0,170	0,140 ÷ 0,150
# 10 - 32	0,195 ÷ 0,220	0,170 ÷ 0,195
1/4 - 20	0,700 ÷ 0,830	0,550 ÷ 0,700
3/8 - 16	2,35 ÷ 2,65	1,90 ÷ 2,15
1/2 - 13	5,65 ÷ 6,35	4,50 ÷ 5,15
5/8 - 11	9,40 ÷ 10,50	8,30 ÷ 9,40
3/4 - 10	20,25 ÷ 22,80	17,85 ÷ 20,40
7/8 - 9	27,50 ÷ 30,50	23,50 ÷ 27,50
1 - 8	48,00 ÷ 54,50	41,50 ÷ 48,00
1 1/4 - 8	89,50 ÷ 101,00	78,00 ÷ 89,50
1 1/2 - 8	162 ÷ 182	142 ÷ 162
1 3/4 - 8		231 ÷ 265
2 - 8		351 ÷ 400
2 1/4 - 8		525 ÷ 576
1 1/2 - 8		700 ÷ 798

- Rimuovere l'anello di ritegno dalla metà inferiore e allontanare il pezzo di transizione dall'ugello di 1° stadio. Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante sulle bielle e le coppiglie, quindi rimetterle al proprio posto.
- Se le superfici di giunzione non sono sufficientemente vicine le une alle altre e le coppiglie non raggiungono le bielle, inserire gli appositi morsetti nei fori della flangia di uscita del pezzo di transizione, avvicinare tra loro le superfici e inserire le coppiglie.
- Serrare i bulloni di accoppiamento del pezzo di transizione secondo la coppia prescritta e piegare le piastre di bloccaggio.
- Avvicinare il pezzo di transizione all'ugello di 1° stadio. Rimettere al proprio posto l'anello di ritegno (la relativa posizione cambia in base al fatto che la camera di combustione sia verticale od orizzontale).
- Serrare i bulloni secondo la coppia prescritta e piegare le piastre di bloccaggio.
- Per raggiungere i bulloni nella parte inferiore, utilizzare la flangia inferiore della cassa della turbina.
- Ricollegare le condutture di raffreddamento al supporto n. 2, seguendo i numeri assegnati prima dello smontaggio. Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante sulle giunzioni e i bulloni della condotta.
- Serrare i bulloni secondo la coppia prescritta e piegare le piastre di bloccaggio.

#### **NOTA**



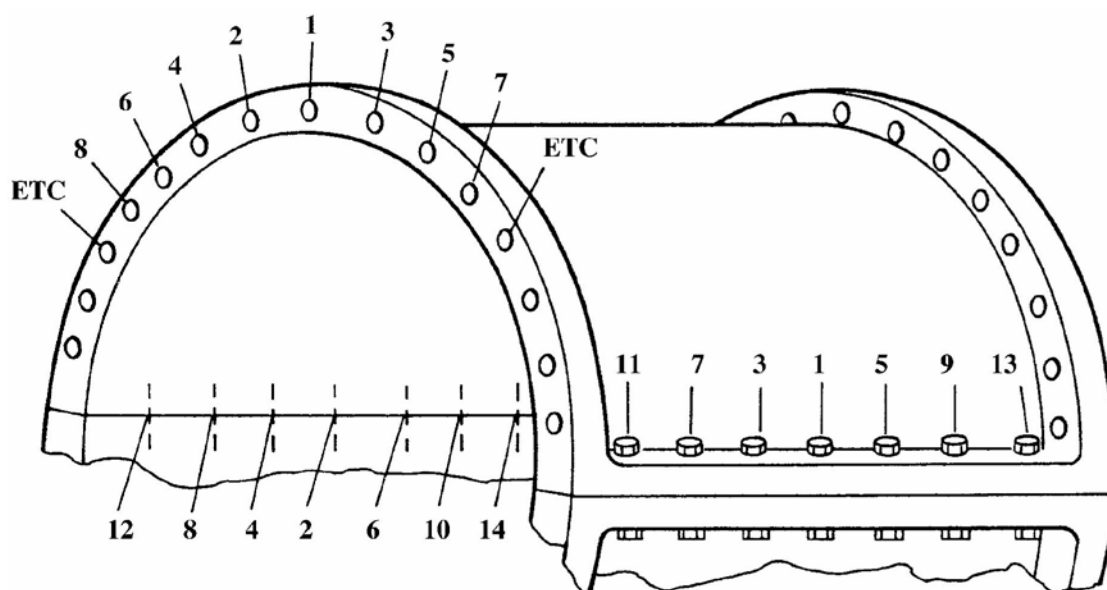
Piegatura delle piastre di bloccaggio.

Questa operazione deve essere eseguita con la massima attenzione. Se non adeguatamente avvitati, i bulloni possono fuoriuscire dalla propria sede ed essere trascinati via dal flusso d'aria del compressore verso la camera di combustione, danneggiando seriamente la turbina.

### **16.6.2 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA TURBINA**

- Rimontare la flangia inferiore sulla cassa della turbina con bulloni e piastre di bloccaggio.
- Serrare i bulloni secondo la coppia prescritta e piegare le piastre di bloccaggio.
- Rimontare le termocoppie nello spazio tra le ruote dopo averne verificato il corretto funzionamento.
- Rimettere al proprio posto i dispositivi di bloccaggio (coperchi e aste) dei fori del boroscopio.
- Ruotare il rotore. Assicurarsi che ruoti liberamente.
- Posizionare un martinetto e un indicatore a quadrante al di sotto della flangia della metà inferiore della cassa della turbina e sollevarla di 1,5 mm, seguendo le istruzioni indicate nel [Paragrafo 16.3.6](#) della presente sezione.
- Imbracare e sollevare la sezione superiore della cassa della turbina, in modo che si trovi perfettamente in piano.

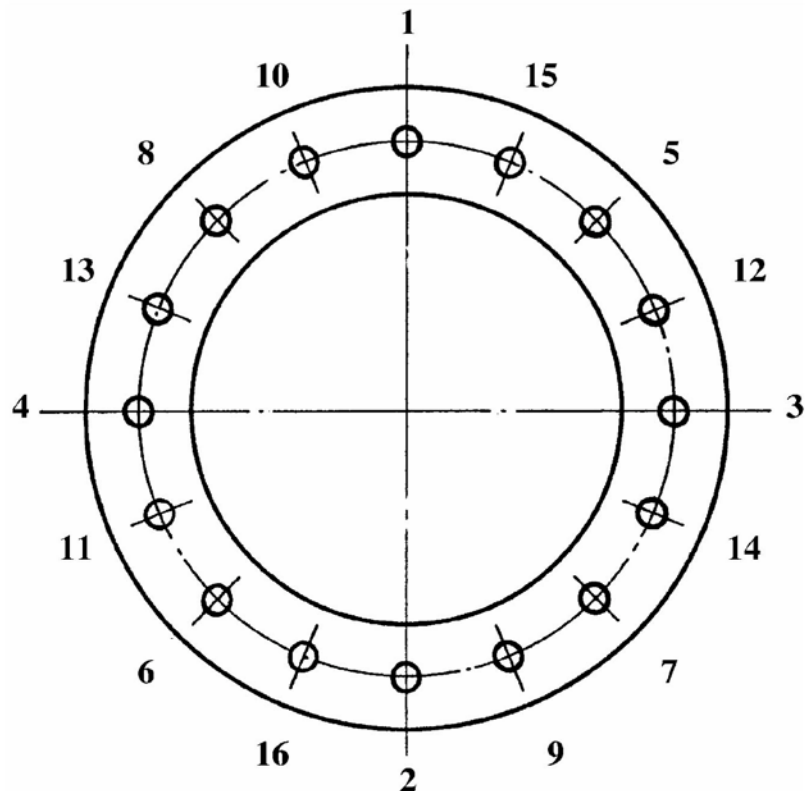
- Verificare le superfici di giunzione superiori e inferiori. Le superfici devono essere pulite e prive di bave.
- Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PRO C102 sulle superfici di collegamento interne e sulle semi-flange di accoppiamento verticali della cassa del compressore e della cassa di ammissione della turbina.
- Distribuire uno strato sottile di composto Permatex 1372 sulle flange orizzontali, lasciando libero un tratto di 10-15 mm sul lato interno, lungo l'intera superficie della flangia sia sul lato sinistro sia su quello destro.
- Installare le due colonne di guida e serrarle nei relativi fori filettati della flangia orizzontale della cassa.
- Abbassare la metà superiore della cassa. Operare con molta lentezza, assicurarsi che le superfici di accoppiamento rimangano parallele durante la discesa e che l'innesto tra le parti avvenga in modo scorrevole.
- Prima di avvicinare le superfici, installare le coppie sulla giunzione, applicando uno strato di composto anti-grippante. Quando le superfici entrano in contatto, inserire le coppie nelle rispettive sedi ed estrarre le colonne di guida.
- Installare e rimettere al proprio posto i bulloni e i dadi, dopo aver applicato sugli stessi il composto anti-grippante.
- Rilasciare il martinetto, fino a quando tutti gli altri martinetti non entrino in contatto con le flange verticali.
- Dopo aver applicato uno strato sottile di composto anti-grippante, installare le coppie sulle flange di accoppiamento della cassa di scarico del compressore e della cassa di ammissione della turbina.
- Serrare, applicando la coppia prescritta. Iniziare con la vite posizionata al centro della centratura orizzontale e proseguire, serrando alternativamente a destra e a sinistra, fino a completare tutte le viti.
- Verificare ancora una volta la coppia di serraggio di tutte le viti nello stesso ordine.
- Serrare le viti sulla flangia verticale. Iniziare con la vite posizionata più in alto, quindi procedere verso il basso, serrando alternativamente a destra e a sinistra. La tipica sequenza di serraggio è illustrata nella [Figura 211](#).
- Verificare ancora una volta la coppia di serraggio di tutte le viti nello stesso ordine.



**Figura 211 - Tipica sequenza di serraggio per le casse della turbina**

### **16.6.3 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE**

- Imbracare e sollevare la cassa, usando i golfari di sollevamento.
- Verificare le superfici interne e le superfici di accoppiamento da montare: devono essere pulite e prive di bave.
- Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PRO C 102 sulla flangia della cassa della turbina.
- Sistemare la cassa della turbina, in modo che la flangia della candela si trovi in alto e in posizione verticale.
- Rimuovere i golfari di sollevamento e serrare i bulloni tutto intorno alla flangia della camera di combustione, secondo la coppia prescritta. Vedere la tipica sequenza di serraggio della flangia nella [Figura 212](#).



**Figura 212 - Tipica sequenza di serraggio della flangia**

#### **16.6.4 RIMONTAGGIO DELLA CAMICIA**

- Imbracare la camicia, usando imbracature tessili.
- Assicurarsi che tutte le superfici siano pulite.
- Applicare uno strato leggero di composto anti-grippante FEL-PRO C 102 sulla guarnizione di tenuta elastica.
- Sistemare i blocchi di legno, usati per lo smontaggio, al di sotto della camicia.
- Inserire la camicia nella cassa, usando l'attrezzo speciale SMO 0328810 (vedere la [Figura 213](#), dettagli 1, 3) e abbassarla, fino a inserirla nella guarnizione di tenuta elastica del pezzo di transizione.
- Rimettere al proprio posto le tre viti di arresto e ricollegare i pezzi di transizione terziari, dopo aver sostituito le guarnizioni.



#### **NOTA**

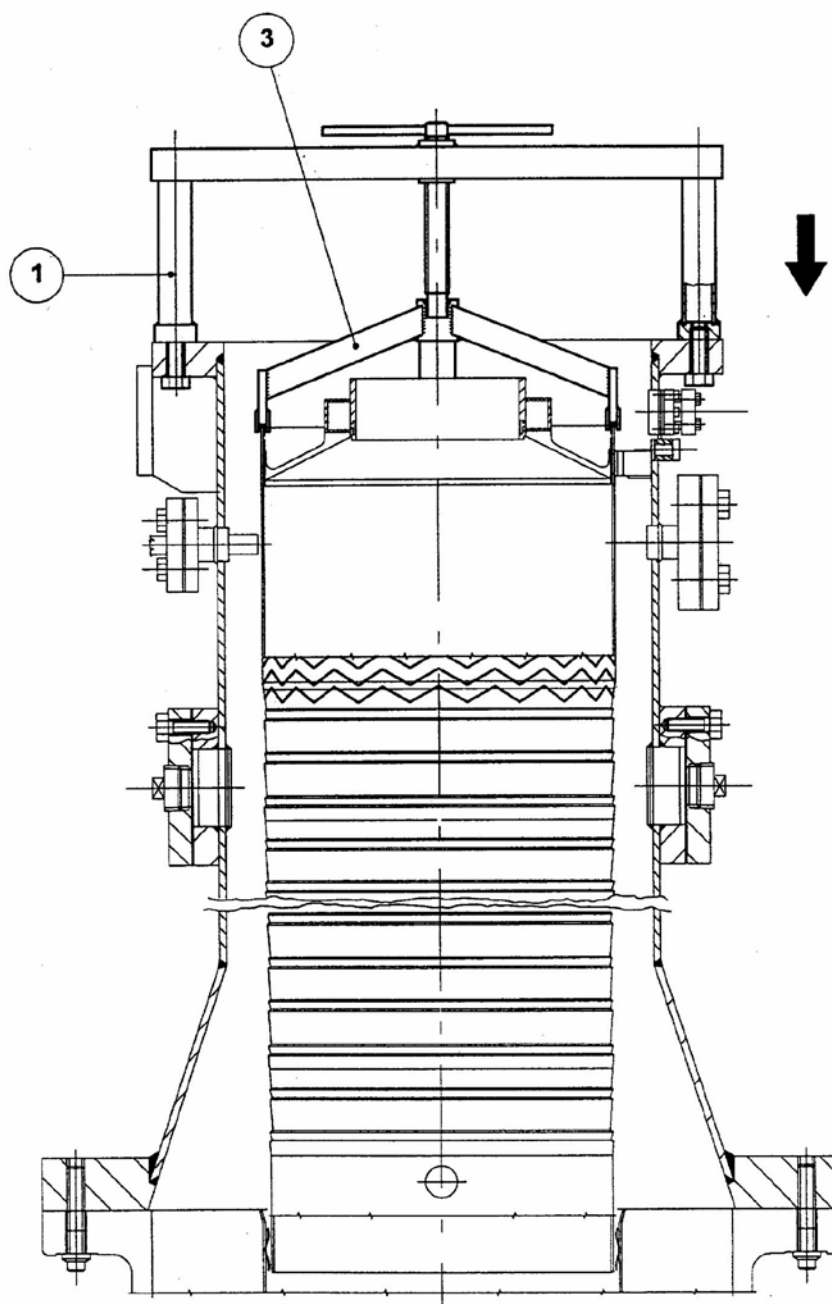
Pulire accuratamente le filettature e applicarvi uno strato di composto anti-grippante FEL-PRO C102.

**16.6.5 RIMONTAGGIO DEL RIVELATORE DI FIAMMA E DELLA CANDELA****Rimontaggio dell'unità della candela**

Verificare tutte le parti e rimontarle nell'ordine opposto.

Prima di rimontarle, assicurarsi che il cilindro e il pistone siano perfettamente puliti.

- Serrare i dadi con una coppia di 0,7 - 1,0 kg.m, seguendo una sequenza incrociata.
- Verificare la corsa del pistone. Deve essere conforme a quanto indicato nel disegno complessivo della candela.
- Dopo aver rimontato il pistone, assicurarsi che si muova liberamente.



**Figura 213 - Attrezzi per il rimontaggio della cassa**



**AVVERTENZA**

NON RILASCIARE IMPROVVISAMENTE IL PISTONE DALLA POSIZIONE DI ESTRAZIONE DELL'ELETTRODO, MA PROCEDERE A GRADI, AIUTANDOSI CON LE MANI; IN CASO CONTRARIO IL PISTONE POTREBBE COLPIRE LA FLANGIA DI ACCOPPIAMENTO.

- Piegare le piastre di bloccaggio.  
Prima di reinstallare la candela sulla turbina, procedere come segue, per verificarne il corretto funzionamento:
- Ricollegare i conduttori isolati all'elettrodo.
- Sistemare l'insieme della candela a terra, mentre si trova fuori dalla camera di combustione.
- Mettere sotto tensione il circuito di accensione e verificare la formazione dell'arco della candela tra la sezione centrale e la sezione esterna dell'elettrodo. In caso negativo, verificare eventuali tracce di danni sul trasformatore e/o sul cavetto. Se il trasformatore e il cavetto sono in buone condizioni, sostituire l'elettrodo e ripetere la prova.

**AVVERTENZA**

NON PROVARE MAI LA CANDELA ALL'INTERNO O NELLE VICINANZE DI UN'AREA CON ATMOSFERA ESPLOSIVA. PRESTARE ATTENZIONE ALLE SCARICHE DELL'ALTA TENSIONE.

**Reinstallazione del rivelatore di fiamma e della candela sulla camera di combustione**

- Montare il rivelatore di fiamma e la candela nella relativa posizione, come illustrato nel disegno complessivo della camera di combustione, centrandoli entro una distanza di 0,5 mm dai fori della camicia.
- Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante sui bulloni, prima di rimetterli al proprio posto.  
Serrare, applicando la coppia prescritta.

**16.6.6 RIMONTAGGIO DEL COPERCHIO DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE**

- Controllare l'interno della camera di combustione e la camicia, prima di rimettere il coperchio sulla relativa guaina. Verificare l'assenza di corpi estranei all'interno e che tutti i componenti siano stati correttamente installati.
- Verificare le superfici di accoppiamento del coperchio e della camicia della camera di combustione, che dovrebbero essere mantenute pulite e prive di irregolarità. Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PRO C102 sulla superficie della guarnizione di tenuta del collare della cassa.
- Sistemare il coperchio sulle barre scorrevoli e farlo scivolare fino a toccare il collare della cassa. Oscillare leggermente il coperchio, per facilitare l'operazione.
- Reinstallare dadi e bulloni, serrandoli in modo incrociato (su-giù-destra-sinistra) secondo la coppia prevista. Verificare nuovamente la coppia dei bulloni in sequenza.

**16.6.7 RIMOZIONE DEI MARTINETTI INSTALLATI SULLA CASSA****AVVERTENZA**

I MARTINETTI A VITE, INSTALLATI AL DI SOTTO DEL CORPO, NON DOVREBBERO ESSERE RIMOSSI, FINO A QUANDO TUTTI I COMPONENTI SUPERIORI DELLA CASSA NON SIANO STATI RIMONTATI E TUTTI I RELATIVI DADI E BULLONI NON SIANO STATI SERRATI SECONDO LA COPPIA RACCOMANDATA.

Allentare tutti i martinetti e verificare che gli indicatori a quadrante ritornino alla relativa posizione di partenza (zero). In caso positivo, rimuovere i martinetti, gli indicatori e i materiali di supporto.

In caso negativo, sarà necessario eseguire la procedura di riduzione delle tensioni meccaniche della cassa nel seguente modo:

separare i giunti di trascinamento e verificarne l'allineamento prima e dopo la procedura di riduzione delle tensioni meccaniche. Sistemare la turbina su tre punti di appoggio (due supporti e un martinetto, posizionati al di sotto della cassa dal lato opposto). Contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. per le informazioni necessarie in relazione alla procedura da seguire. Questa operazione dovrebbe essere effettuata in presenza di un referente di N.P.

**16.6.8 RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE DURANTE LE OPERAZIONI PRELIMINARI**

Una volta che tutte le parti descritte nei precedenti paragrafi siano state rimontate, si dovranno rimontare le parti smontate durante le operazioni preliminari.

Rimontare le seguenti parti:

- condutture dell'aria, dell'olio e del gas;
- package (se applicabile);
- condotti; e ripristinare:
- tutti i collegamenti elettrici;
- sistema antincendio;
- alimentazione.

**16.6.9 CONTROLLO DA ESEGUIRE PRIMA DI AVVIARE LA TURBINA**

- a. Eliminare le eventuali tracce di acqua, olio o combustibile, nonché i corpi estranei residui, che si potrebbero essere accumulati sulla base durante lo smontaggio.
- b. Eseguire un esame visivo per assicurarsi che:
  - tutte le condutture siano state rimontate e serrate correttamente;
  - tutti i condotti siano state rimontati e i collegamenti elettrici ristabiliti;
  - tutti i materiali siano in buone condizioni di funzionamento;
  - non siano presenti perdite di alcun genere;
  - i condotti di mandata e ritorno non siano ostruiti.

- c. Ricollegare tutti i sistemi alla rete di alimentazione.
- d. Riavviare il sistema antincendio.
- e. Eseguire tutte le prove raccomandate prima dell'avviamento.
- f. Azionare l'unità di avviamento ed eseguire tutte le prove raccomandate durante tale fase.
- g. Avviare la turbina ed eseguire tutte le verifiche raccomandate in assenza di carico.
- h. Osservare la turbina e l'apparecchiatura ausiliaria durante il funzionamento in assenza di carico e durante l'arresto; non si devono rilevare rumori o vibrazioni anomali.

#### **16.6.10 PROCEDURE DI MONTAGGIO/SMONTAGGIO DELL'ATTUATORE**

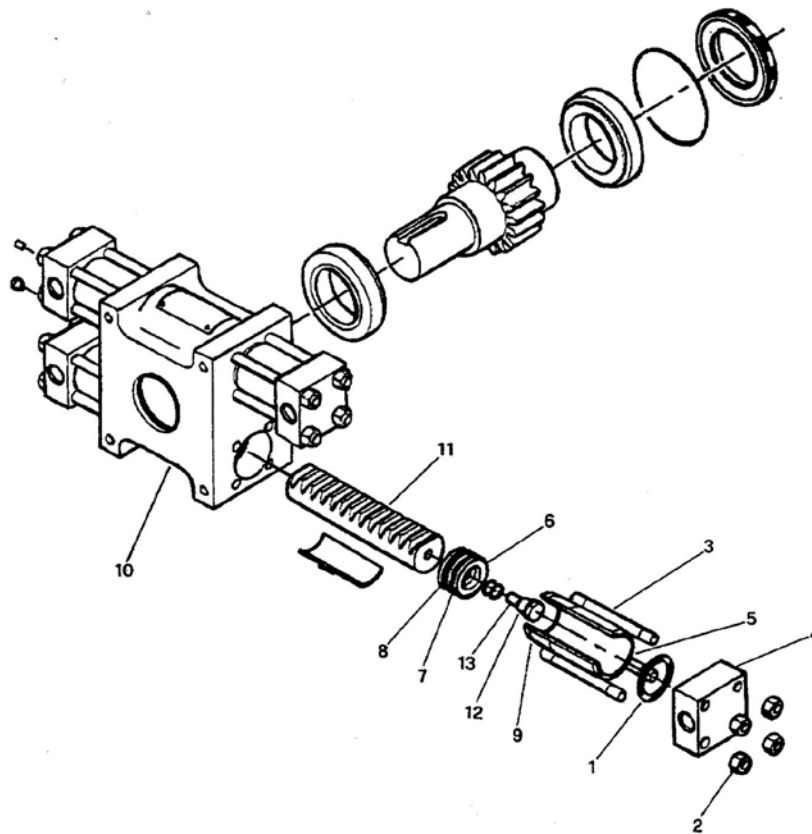
Controllo e sostituzione dei giunti delle testate (vedere [Figura 214](#) seguente):

- a. Posizionare l'attuatore a metà corsa, secondo quanto richiesto.
- b. Rimuovere i dadi (2) delle barre di collegamento (3).
- c. Tirare la testata (4) e disinnestarla dal tubo del cilindro (5).
- d. Verificare il giunto torico della testata (1), sostituendolo se necessario.
- e. Ingrassare il giunto e la testata, prima di rimetterli a posto.
- f. Verificare il pistone (6) e cambiare il giunto del pistone (7).
- g. Verificare gli anelli di usura (8) e sostituirli, se necessario.
- h. Verificare il giunto torico del cilindro (8), sostituendolo se necessario.
- i. Rimettere il tubo del cilindro (5) nel relativo alloggiamento (10).
- j. Fare scorrere il pistone (6), dotato di giunto e anelli di usura, nel tubo del cilindro (5), fino a toccare la cremagliera (11).
- k. Inserire il dado della cremagliera (12) e serrarlo secondo la coppia raccomandata (15 lb.ft).
- l. Rimettere la testata (4) sul tubo del cilindro (5) e i dadi (2) sulle barre di collegamento (3). Serrare (16 lb.ft).

#### **AVVERTENZA**



IL TAPPO DI NYLON (13) VIENE FORNITO PER EVITARE CHE IL DADO DELLA CREMAGLIERA VENGA SVITATO DURANTE L'OPERAZIONE. RIMETTERLO A POSTO CORRETTAMENTE.



**Figura 214 - Procedure di smontaggio e rimontaggio dell'attuatore**

## **17 CONTROLLO DELLE PARTI CALDE**

### **17.1 OPERAZIONI PRELIMINARI**

Procedere con le operazioni preliminari, come descritto nel [Paragrafo 16.1](#).

### **17.2 CONTROLLO DELLE PARTI CALDE**

Le parti calde principali da controllare sono elencate di seguito:

- candela;
- rivelatore di fiamma;
- camera di combustione;
- coperchio e camicia;
- pezzo di transizione;
- ugelli di 1° e 2° stadio
- alette di 1° e 2° stadio

### 17.3 SMONTAGGIO DELLE PARTI

Una o più parti del corpo devono essere rimosse per le operazioni di smontaggio. Le parti non coperte devono essere assolutamente protette, al fine di evitare che la polvere o altri materiali possano depositarsi sull'apparecchiatura. Non rimuovere la cassa, a meno che non sia strettamente necessario per le operazioni da eseguire, e coprire immediatamente dopo qualsiasi interruzione o conclusione di tali operazioni.

#### **AVVERTENZA**



PER LA RIMOZIONE DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI, FARE RIFERIMENTO AL DIAGRAMMA "PESI E BARICENTRI PER PGT5M".

#### **17.3.1 SMONTAGGIO DELLE PARTI INTERESSATE DAL CONTROLLO DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE**

Smontare tutte le parti, che saranno interessate dal controllo del sistema di combustione, secondo la descrizione contenuta nel presente manuale.

Le operazioni principali sono elencate di seguito:

- a. smontaggio dell'iniettore;
- b. smontaggio della candela;
- c. smontaggio del rivelatore di fiamma;
- d. smontaggio di coperchio e camicia;
- e. smontaggio della camera di combustione;
- f. supporto dei corpi;
- g. smontaggio della cassa della turbina intermed.;
- h. smontaggio del pezzo di transizione;
- i. smontaggio della cassa della turbina.

#### **17.3.2 SMONTAGGIO DELLA PARTE SUPERIORE DELL'UGELLO 1°STADIO**

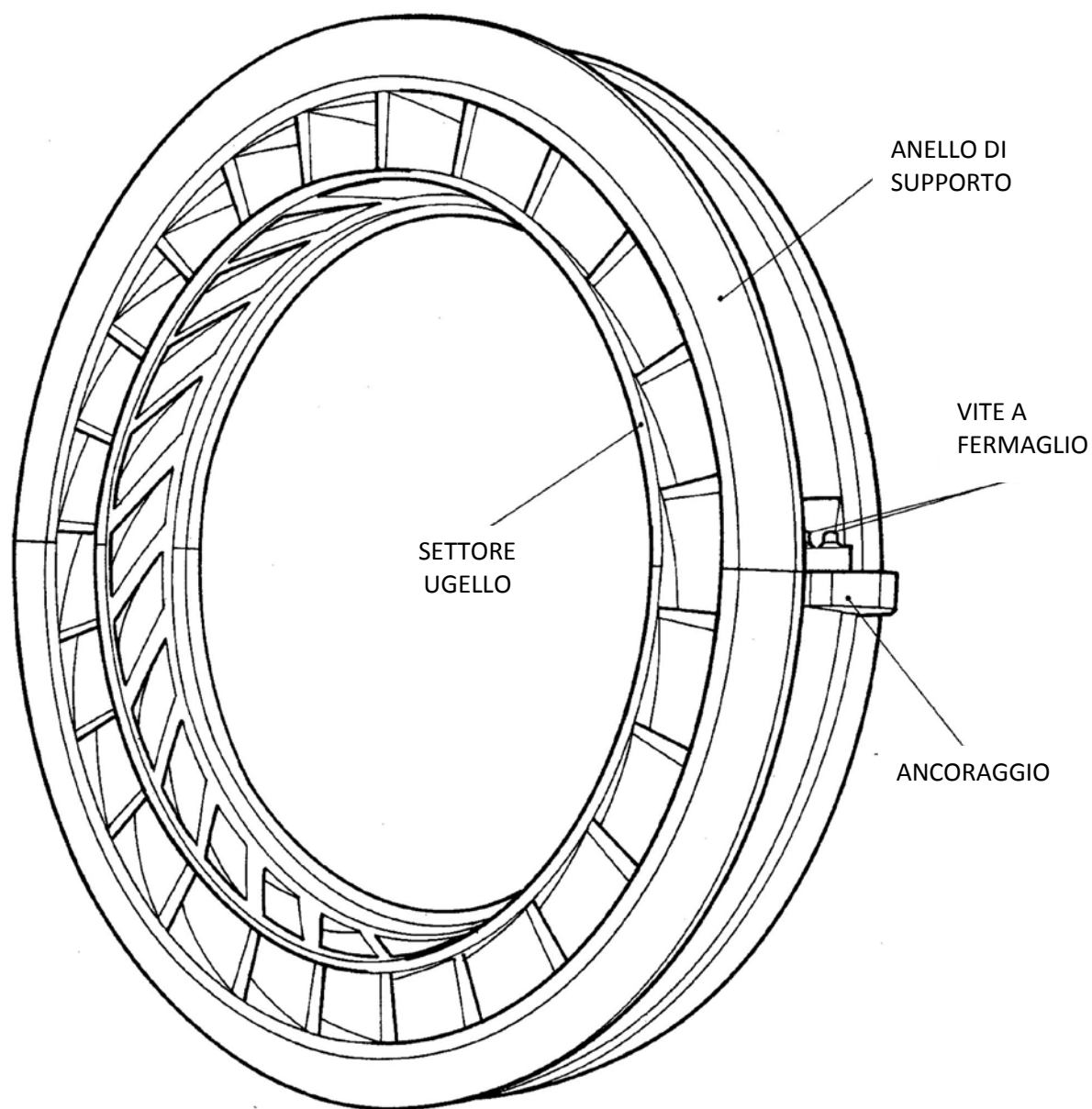
- Smontaggio del perno di centraggio.
- Smontaggio dei segmenti con guarnizione di tenuta a L dell'ugello di 1° stadio.
- Rimuovere le coppiglie di centraggio sul lato sinistro e destro.
- Estrarre il cavetto di sicurezza delle viti a fermaglio della linea mediana orizzontale dell'anello di fissaggio esterno degli ugelli di 1° stadio e svitare le viti. Vedere Fig.III.1.
- Installare la speciale apparecchiatura per il sollevamento sulla chiavetta superiore dell'ugello di 1° stadio, avvitare la vite prigioniera nel foro della chiavetta, avvitare la vite anteriore e serrare l'imbracatura.
- Inserire le due viti di separazione negli appositi fori, posizionati sulla linea mediana orizzontale e avvitarle, fino a che le due parti non risultino separate.

- Sollevare la parte superiore, prestando la massima attenzione a non danneggiare le guarnizioni di tenuta radiali dei settori dell'ugello.
- Posare la parte superiore su un piano di legno o di cartone.

**AVVERTENZA**

NON POSARE QUESTA PARTE SUI FOGLI ISOLANTI.

- Pulire tutti i dadi e i bulloni e sistemarli all'interno di scatole, quindi numerare le scatole per l'identificazione durante il rimontaggio.



**Figura 215 - Insieme ugello di 1° stadio**

**LETTURA DEI GIOCHI DELLA TURBINA**

- Ogni volta che si smonti la parte superiore dei corpi della turbina per il controllo, si dovrebbero leggere i giochi assiali e radiali di tali aree lungo la linea mediana orizzontale, sia sul lato destro sia sul sinistro, secondo quanto raccomandato nel [Paragrafo 16.4](#).

**SMONTAGGIO DELLA PARTE INFERIORE DELL'UGELLO 1° STADIO**

- Installare due golfari di sollevamento nelle ganasce di accoppiamento e serrare l'imbracatura;
- estrarre il cavetto di sicurezza anti-svitamento delle viti delle chiavette orizzontali, che bloccano l'anello di fissaggio esterno degli ugelli di 1° stadio sul corpo della turbina;
- svitare le viti ed estrarre le chiavette. Rimuovere l'ugello del corpo della turbina e posarlo sul fondo del corpo;
- estrarre l'imbracatura da uno dei lati e sollevare nuovamente l'ugello, facendolo ruotare intorno all'asse della macchina;
- posarlo su una superficie di legno o cartone spesso accanto alla parte superiore;

**AVVERTENZA**

NON POSARLO SUI FOGLI ISOLANTI.

- Pulire tutti i dadi e i bulloni e sistamarli all'interno di scatole, quindi numerare le scatole per l'identificazione durante il rimontaggio.

**AVVERTENZA**

PRIMA DI AVVIARE LO SMONTAGGIO, ASSICURARSI CHE TUTTE LE TERMOCOPPIE E LE PARTI DEI DISPOSITIVI PER LA CHIUSURA DEI FORI PER IL BOROSCOPIO SIANO STATE SMONTATE.

**SMONTAGGIO DEI SETTORI DELL'UGELLO DI 2° STADIO, PARTENDO DALLA PARTE SUPERIORE DEL CORPO DELLA TURBINA.**

- I settori dell'ugello di 2° stadio sono fissati ai segmenti dell'anello esterno e sul corpo della turbina mediante prigionieri di centraggio radiali. Per lo smontaggio rimuovere le viti prigioniere, spingendole verso l'esterno con l'aiuto di un cacciavite o di un utensile simile;
- spingere la vite prigioniera e tenerla premuta verso il basso (questa spinta sarà compensata da una molla); estrarre il settore dell'ugello dell'anello esterno e quindi estrarre la vite prigioniera e la molla;
- installare la testina di azionamento nell'apposito foro filettato nel segmento dell'anello esterno ed estrarlo dal corpo della turbina;
- se necessario, usare liquidi speciali per favorire la rimozione delle parti;



- estrarre l'anello esterno successivo (senza vite prigioniera). Ogni settore dell'ugello copre due segmenti dell'anello esterno;
- ripetere queste operazioni, fino a quando tutti i segmenti non siano stati smontati;

**AVVERTENZA**

I FOGLI ISOLANTI POSSONO FUORIUSCIRE DAL RELATIVO ALLOGGIAMENTO DURANTE LO SMONTAGGIO.

- Tutte le parti devono essere stoccate in modo da riconoscerle agevolmente per il rimontaggio.
- In linea generale, è consigliabile numerare i pezzi in senso antiorario, partendo dalla parte superiore sulla destra e seguendo la direzione del flusso.

**AVVERTENZA**

PRIMA DI AVVIARE LO SMONTAGGIO, ASSICURARSI CHE TUTTE LE TERMOCOPPIE E LE PARTI DEI DISPOSITIVI PER LA CHIUSURA DEI FORI PER IL BOROSCOPIO SIANO STATE SMONTATE.

**SMONTAGGIO DEI SETTORI DELL'UGELLO DI 2°STADIO, PARTENDO DALLA PARTE INFERIORE DEL CORPO DELLA TURBINA.**

- Per smontare i due settori degli ugelli della linea mediana (lato destro e sinistro), eseguire le operazioni descritte nel precedente paragrafo. Per smontare i seguenti settori, usare gli attrezzi speciali forniti in dotazione.

Elenco degli attrezzi speciali:

- disco piccolo (puleggia) per i settori dell'ugello;
- disco grande (puleggia) per i segmenti dell'anello esterno;
- imbracatura in fibre tessili per tirare i settori dell'ugello;
- imbracatura di acciaio per tirare i segmenti dell'anello esterno, con golfare di sollevamento 1/2" UNC a una estremità;
- estrattore vite prigioniera lato destro;
- estrattore vite prigioniera lato sinistro;
- attrezzi per la rimozione di anelli esterni e ugelli;
- paranco a mano 500 kg;
- per estrarre i settori dell'ugello, passare l'imbracatura in fibra tessile tra le pale del settore dell'ugello e agganciarla a un paranco a mano;
- posizionare la puleggia piccola tra il disco spaziatore del rotore e l'imbracatura, in modo che questa scorra in senso trasversale quando serrata;
- installare l'attrezzo speciale nella relativa scanalatura sulla vite prigioniera e spingerlo verso l'esterno, in modo che si stacchi dal proprio alloggiamento nell'ugello;
- serrare l'imbracatura con il paranco a mano. Se il settore non si muove, installare l'attrezzo tra i settori per spostarli.

Quando l'imbracatura si allenta, serrarla nuovamente e ripetere gli stessi movimenti, fino alla completa estrazione del settore dell'ugello;

- estrarre il prigioniero di centraggio e la relativa molla;
- installare il golfare di sollevamento e l'imbracatura nell'apposito foro filettato nell'anello esterno. Fissare l'imbracatura al paranco e installare la grande puleggia tra il disco spaziatore e l'imbracatura;
- serrare l'imbracatura. Se il segmento non si muove, usare lo speciale attrezzo per rimuovere i segmenti.

Serrare nuovamente l'imbracatura e continuare in questo modo, secondo quanto già fatto per il settore dell'ugello.

- Ripetere questa operazione sull'anello esterno successivo (senza vite prigioniera); quindi, smontare un altro settore di ugello e continuare in questo modo, fino a raggiungere il segmento posizionato più in basso.
- Ripetere queste operazioni sull'altro lato.

Se necessario, usare liquidi speciali per rimuovere le parti;

#### **AVVERTENZA**



TUTTI I PEZZI DEVONO ESSERE NUMERATI DURANTE LO SMONTAGGIO. QUESTO NE FACILITERÀ IL RIMONTAGGIO NELLA STESSA ESATTA POSIZIONE.

- Prestare la massima attenzione ai fogli isolanti, dal momento che potrebbero fuoriuscire dal relativo alloggiamento.
- Durante le operazioni di smontaggio l'uso di ulteriori speciali attrezzi potrebbe risultare consigliabile, per rimuovere i settori dell'ugello e gli anelli esterni.



#### **AVVERTENZA**

NON DANNEGGIARE LE SUPERFICI DEL CIRCUITO DEL GAS.

- Posizionare tutte le parti smontate su una superficie di legno o cartone spesso. Fare attenzione a non schiacciare le parti durante la relativa rimozione.

#### **AVVERTENZA**



PRIMA DI AVVIARE LO SMONTAGGIO, ASSICURARSI CHE TUTTE LE TERMOCOPPIE E LE PARTI DEI DISPOSITIVI PER LA CHIUSURA DEI FORI PER IL BOROSCOPIO SIANO STATE SMONTATE.

## **17.4 CONTROLLI**

Una volta completato lo smontaggio, sarà possibile effettuare il controllo delle parti smontate come descritto di seguito.

**AVVERTENZA**

NON PULIRE LE PARTI SMONTATE, FINO A QUANDO NON SIANO STATE SOTTOPOSTE A UN ACCURATO ESAME VISIVO.

**17.4.1 CONTROLLO DELLE PARTI DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE**

Eseguire tutti i necessari controlli delle parti, seguendo le istruzioni indicate nei paragrafi da [Paragrafo 16.5](#), [Paragrafo 16.5.1](#), [Paragrafo 16.5.2](#), [Paragrafo 16.5.3](#), [Paragrafo 16.5.4](#) a [Paragrafo 16.5.5](#) del presente manuale.

**17.4.2 CONTROLLO DEGLI UGELLI DI 1° E 2° STADIO**

- Eseguire un esame visivo sugli ugelli. Verificare la presenza di danni dovuti a corpi estranei e le tracce di erosione e/o corrosione. Registrare eventuali osservazioni nei moduli specificamente forniti a tale scopo.
- Pulire accuratamente i settori degli ugelli mediante sabbiatura con polvere di ossido di alluminio, di grana 220 o più fine.
- Per evitare che la polvere della sabbiatura penetri attraverso le bocche di raffreddamento (ove siano presenti sugli ugelli), iniettare aria in senso contrario a 2-3 kg/cm<sup>2</sup>.
- Dopo la pulizia soffiare negli ugelli aria asciutta, per eliminare qualsiasi traccia di grani.
- Eseguire una prova di spurgo non distruttiva (liquidi penetranti), per verificare eventuali cricche.

**Ugelli colpiti da cricche**

Gli ugelli sono caratterizzati da gradienti termici diversi all'avviamento, nonché da temperature molte elevate in funzionamento. Tali condizioni determinano spesso la formazione di cricche sulle pale: si tratta di un fenomeno normale.

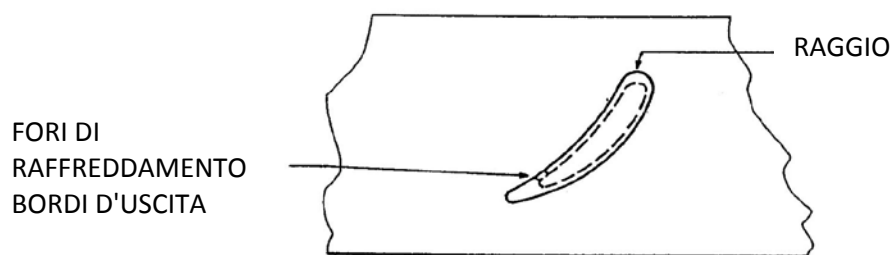
Le cricche si possono manifestare:

- sulle pareti (vedere [Figura 216](#));
- sulle superfici di collegamento tra le pale e le pareti (vedere [Figura 217](#));
- sui bordi d'entrata e d'uscita delle pale (vedere [Figura 218](#), [Figura 219](#), [Figura 220](#), [Figura 221](#) e [Figura 222](#));
- alcune cricche non necessitano di una riparazione immediata.

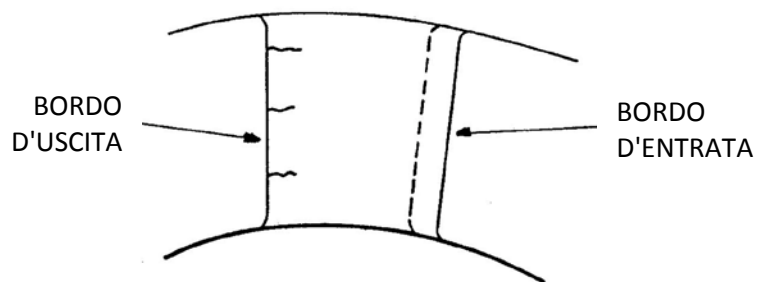
Prima di iniziare eventuali interventi di riparazione, contattare il Servizio di assistenza clienti o un referente di N.P.



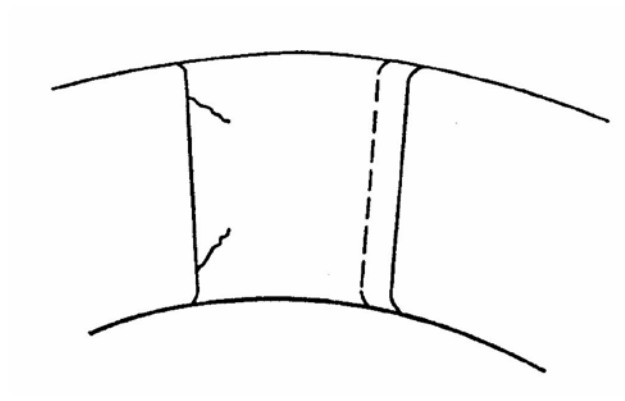
**Figura 216 - Cricche sulle pareti**



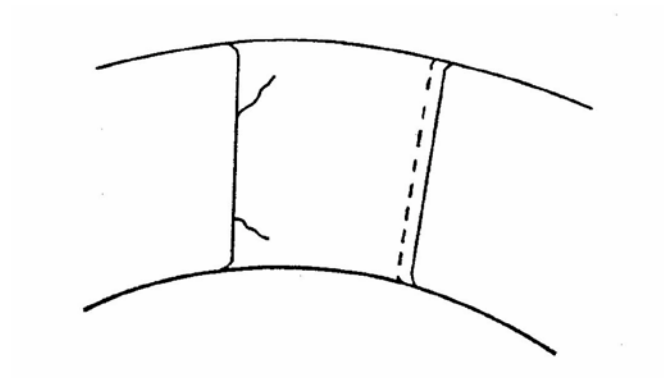
**Figura 217 - Cricche sui raccordi tra le pale e le pareti**



**Figura 218 - Cricche parallele sul bordo d'uscita**

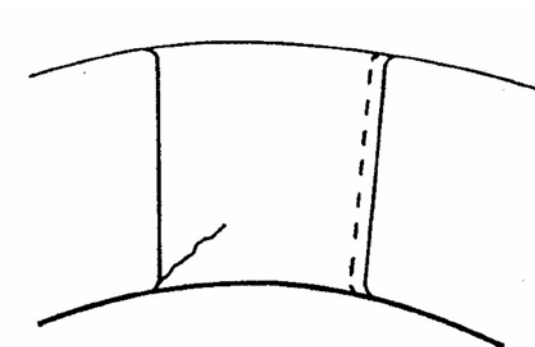


**Figura 219 - Cricche convergenti sul bordo d'uscita**

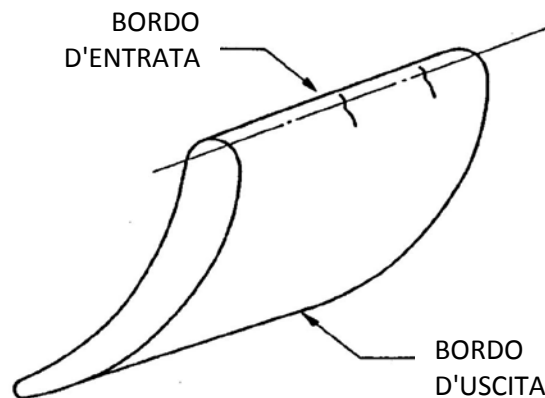


**Figura 220 - Cricche divergenti sul bordo d'uscita**





**Figura 221 - Cricche che iniziano dal raggio di raccordo**



**Figura 222 - Cricche sul bordo d'entrata**

Le cricche seguenti non sono ammissibili:

- cricche aperte, attraverso cui i gas caldi possano passare, penetrando nelle parti raffreddate delle pale;
- cricche posizionate sul bordo d'entrata delle pale (Fig. III 8); [Figura 222](#) ;
- cricche convergenti, che inizino dal bordo d'uscita delle pale ( [Figura 219](#) );
- cricche, che si propaghino lungo il raccordo tra le alette e le pareti ( [Figura 217](#) );
- cricche sulle pareti, che possano provocare il distacco delle relative parti ( [Figura 216](#) );

### **Alette direttrici danneggiate da corpi estranei**

Gli ugelli possono essere gravemente danneggiati da corpi estranei, che penetrino nel circuito dei gas caldi. Tale deterioramento può danneggiare seriamente l'integrità della struttura e l'efficacia aerodinamica dell'apparecchiatura.

Gli urti possono provocare:

- rotture;
- ammaccature.

Le rotture possono essere valutate secondo gli stessi criteri utilizzati per le cricche.

In caso di ammaccature, il metallo deformato dovrebbe essere spianato sulle superfici prossime alle aree danneggiate. La profondità delle ammaccature non dovrebbe superare il 50% dello spessore originale.

Se le ammaccature sono posizionate in prossimità delle bocche di raffreddamento, queste ultime non ne dovrebbero risultare ostruite. Qualora si ritenessero necessarie ulteriori valutazioni, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P.

### **Ugelli colpiti da erosione o corrosione**

In alcuni casi gli ugelli possono evidenziare tracce notevoli di erosione o corrosione. L'intera area di passaggio deve essere controllata, per farlo, seguire le istruzioni indicate nel disegno d'insieme degli ugelli.

Inoltre, è necessario verificare lo spessore del bordo d'uscita delle pale: i materiali devono essere sufficientemente spessi da garantire che non vi siano deterioramenti a carico delle bocche di raffreddamento (per gli ugelli che ne siano dotati).

Per una valutazione più accurata, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

## **17.4.3 CONTROLLO DEL DIAFRAMMA DI 2° STADIO**

I settori a tenuta alveolare dovrebbero essere esaminati, innanzitutto, visivamente, valutandone successivamente le condizioni di usura. Per la valutazione di casi particolari, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

## **17.4.4 CONTROLLO DELLE PALE MOBILI**

Le pale mobili devono essere verificate con estrema accuratezza, ogni volta che la parte superiore del corpo della turbina venga rimossa.

I risultati di queste verifiche devono essere debitamente documentati e accompagnati dalla documentazione riguardante l'utilizzo della macchina, compreso il tipo di combustibile usato.

Le verifiche devono essere registrate nei moduli specificamente forniti a tale scopo.

Tutte le registrazioni delle verifiche eseguite e gli eventuali problemi riscontrati sulle parti durante tali verifiche devono essere trasmessi al Servizio di assistenza clienti di N.P.

Le pale difettose possono essere sostituite. Tuttavia, le pale dovrebbero essere ridistribuite, tenendo in debita considerazione i pesi delle nuove pale e quelli delle pale usate.

Per informazioni sulle procedure di sostituzione delle pale, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P.

I principali difetti riscontrabili sulle pale mobili sono i seguenti:

- cricche;
- ammaccature;
- mancanza di materiale;
- corrosione.

## Controllo visivo delle pale mobili



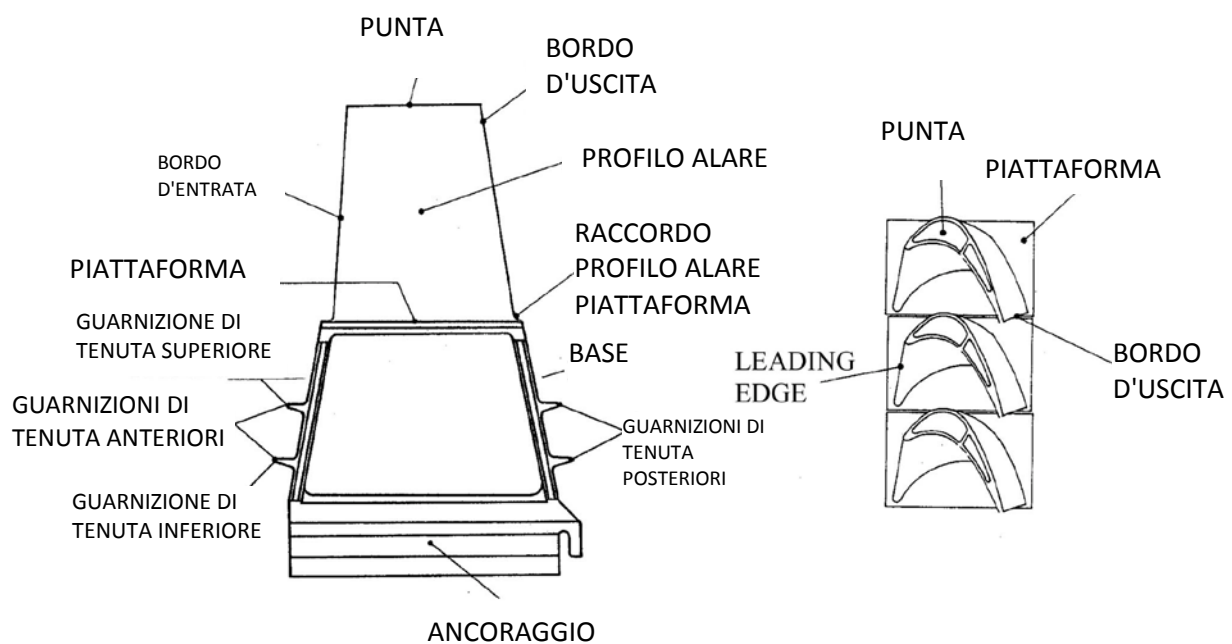
### **AVVERTENZA**

NON PULIRE LE PALE PRIMA DI AVER EFFETTUATO L'ESAME VISIVO.

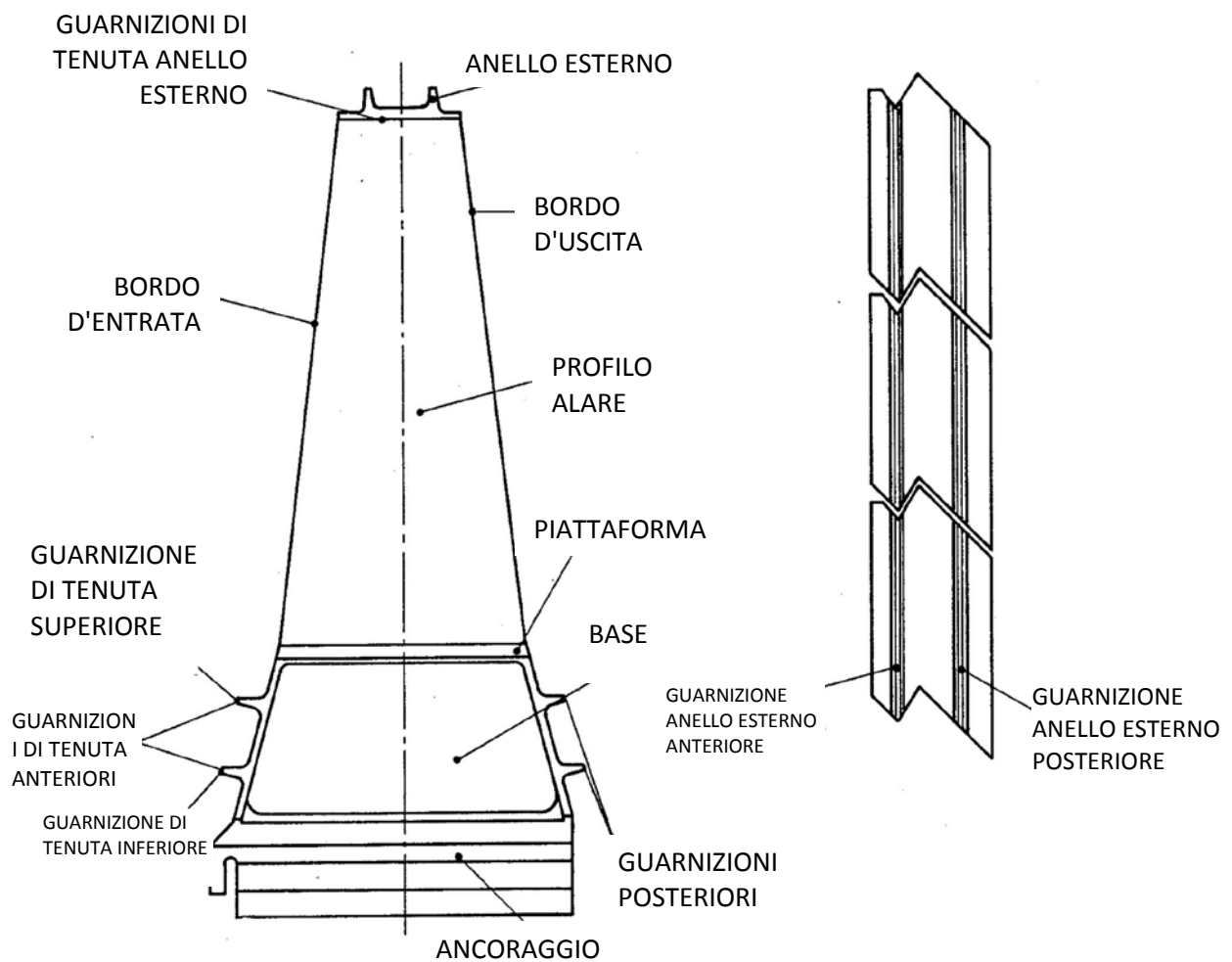
Esaminare visivamente l'aletta e la piattaforma di ogni pala, usando una lente d'ingrandimento (10X ingrandimenti)

Verificare accuratamente le seguenti aree critiche:

- raccordo tra l'aletta e la piattaforma;
- bordo d'entrata e bordo d'uscita;
- la parte superiore della pala, compresa la punta e il distanziatore incorporato, ove presente. Per la denominazione delle diverse parti delle pale, fare riferimento alla [Figura 223](#) e [Figura 224](#).



**Figura 223 - Aletta di 1° stadio**



**Figura 224 - Aletta di 2° stadio**

Tutte le aree sospette dovrebbero essere pulite localmente mediante carta abrasiva con ossido di alluminio, con grana 220 o 240, e preparate per un'indagine tramite spurgo (liquidi fluorescenti).

Per la pulizia: la temperatura delle pale non dovrebbe mai superare i 55°C o la temperatura ambiente (qualora sia più elevata).

Le pale dotate di rivestimento anticorrosione RT22 dovrebbero essere trattate con la massima cura, in quanto si tratta di un rivestimento molto sottile.

**AVVERTENZA**

NON USARE GRAFITE PER MARCARE LE PALE.

**Pale colpite da cricche**

Le pale colpite da cricche dovrebbero essere sostituite. In alcuni casi le pale colpite da cricche possono essere riparate, rimuovendo il materiale rinvenuto all'interno delle cricche.

Per la valutazione di casi speciali, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

**Pale colpite da ammaccature**

Le ammaccature possono essere tollerate sulle pale solo entro i limiti di seguito indicati:

- non dovrebbero mai avere cricche (nelle ammaccature);
- non dovrebbero mai ostruire le bocche di raffreddamento;
- la loro profondità non dovrebbe essere eccessiva.

Per la valutazione di casi speciali, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

**Pale con materiale mancante**

Le sole pale ammissibili sono quelle con materiale mancante sulla punta o sull'aletta, ma la mancanza di materiale non deve essere considerevole e non dovrebbe mai comprendere le bocche di raffreddamento.

Per la valutazione di casi speciali, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

**Pale colpite da corrosione o erosione**

Si tratta di difetti ravvisabili dall'appiattimento o dalla rugosità delle superfici. Appaiono di solito con maggiore evidenza, innanzitutto, sul bordo d'entrata delle pale e, successivamente, sulle altre superfici dell'aletta.

Le pale mobili di 1° e 2° stadio sono soggette più frequentemente a questo tipo di usura, in quanto operano a temperature più elevate.

Pale di 1° e 2° stadio: le tracce di corrosione o erosione, il cui spessore superi lo spessore del rivestimento (0,1 mm) non sono ammissibili.

Le alette della turbina di 1° e 2° stadio dispongono di alcune bocche di raffreddamento in prossimità del bordo d'entrata. Di conseguenza, è necessario verificare lo spessore a tale livello. Se si prevede che lo spessore in oggetto non si mantenga fino al controllo successivo, si devono sostituire le pale. Per la valutazione di casi speciali, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

#### **17.4.5 CONTROLLO DEI SETTORI DELL'ANELLO ESTERNO**

Innanzitutto, esaminare visivamente la parte superiore dei corpi della turbina, verificando eventuali tracce di logorio anomalo sui segmenti di tenuta a nido d'ape.

Per la valutazione di casi speciali, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

### **17.5 RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE**

Le operazioni descritte di seguito riguardano il rimontaggio di parti precedentemente smontate. Qualora sia necessario rimontare parti nuove o revisionate, si raccomanda di procedere con il supporto del personale di N.P.

Rimontare le parti, seguendo la numerazione assegnata durante lo smontaggio, in modo da garantire che le parti siano rimontate nella posizione originale e seguendo le istruzioni del disegno d'insieme.

Prima di rimontare le parti, assicurarsi che siano state accuratamente pulite.

Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PROC102 su tutte le coppie numerate e su tutte le parti filettate dei dadi e dei bulloni.

Assicurarsi che le piastre di sicurezza anti-svitamento possano essere rimontate e siano prive di cricche. In caso contrario sostituirle.

Verificare che le filettature autobloccanti "Helicoil" siano in buone condizioni di funzionamento. In caso contrario sostituirle.

Serrare correttamente tutti i dadi e i bulloni. I valori della coppia di serraggio raccomandati sono illustrati nella [Tabella](#), [Paragrafo 16.6](#) del presente manuale.

In particolare, assicurarsi che nessun corpo estraneo possa cadere accidentalmente nella turbina durante il rimontaggio. Il personale addetto all'azionamento della macchina non dovrebbe portare oggetti in tasca (camicia o altri abiti).

#### **17.5.1 RIMONTAGGIO DELL'UGELLO DI 2° STADIO**

Il metodo di rimontaggio è lo stesso rispetto a quello descritto per i diversi tipi di ugelli. La seguente descrizione risulta quindi valida per tutti i casi.

- Prendere il segmento dell'anello esterno corrispondente alla posizione inferiore (al livello dell'asse verticale) e il segmento contiguo, senza la vite prigioniera. La posizione dei segmenti è individuabile, facendo riferimento alla numerazione indicata nei disegni d'insieme dei corpi della turbina.

- Pulire accuratamente i segmenti dell'anello esterno e verificarli. Non dovrebbero mostrare tracce di ammaccature, specialmente sulle superfici di raccordo al corpo della turbina e con il prigioniero di centraggio.
- Rimontare l'anello e la relativa vite prigioniera nello specifico alloggiamento, previsto a tale scopo nel corpo.

Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante sulle superfici di raccordo tra i segmenti e sulle superfici di raccordo con il corpo della turbina.

- Rimontare l'anello esterno seguente senza la relativa vite prigioniera. Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante sulle superfici di raccordo tra i segmenti e sulle superfici di raccordo tra i segmenti e il corpo della turbina.
- Verificare che tutti i fogli isolanti siano stati marcati conformemente al disegno d'insieme.
- Rimontare il settore dell'ugello corrispondente. Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante sulle superfici di raccordo con i segmenti dell'anello esterno e sui fogli isolanti radiali negli ugelli.

Con l'ausilio di un attrezzo da usare per lo smontaggio, condurre il prigioniero di centraggio nel proprio alloggiamento e rimetterlo a posto nella speciale scanalatura, appositamente prevista nel settore dell'ugello.

## **17.5.2 RIMONTAGGIO DELL'UGELLO DI 1° STADIO**

Eseguire in senso inverso le operazioni compiute per lo smontaggio (vedere [Paragrafo 17.3.2](#) della presente sezione), ovvero:

- verificare le superfici di contatto della linea mediana e con il corpo della turbina. I piani devono essere puliti e privi di ammaccature.
- Installare due golfari di sollevamento nelle aperture filettate nell'anello esterno, uno per ogni lato.
- Passare l'imbracatura in uno degli anelli e sollevare la parte inferiore dell'ugello, posandola sul fondo del corpo della turbina. Quindi, passare le imbracature nei due anelli e sollevarli fino al piano di giunzione.
- Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PRO C102 sulle superfici di raccordo con il corpo della turbina e con le chiavette orizzontali;
- rimettere al proprio posto le due chiavette orizzontali e avvicinare l'unità al corpo della turbina. Installare le viti e bloccare le chiavette sul corpo. Serrare, applicando la coppia raccomandata.
- Installare il materiale di sollevamento sulla chiavetta superiore e sollevare la parte superiore dell'ugello.
- Controllare le superfici di contatto: devono essere pulite e prive di ammaccature. Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PRO C102 sul piano di giunzione orizzontale e sulle superfici di giunzione dei fogli isolanti.



- Abbassare la parte superiore. Procedere lentamente, assicurandosi che le guarnizioni di tenuta siano fissate correttamente nelle pareti esterne e interne.
- Prima di lasciare che i piani di raccordo entrino in contatto tra loro, installare le coppie di centraggio e quindi unire i piani. Inserire le coppie e bloccarle con la relativa vite, dopo avervi distribuito un rivestimento anti-grippante. Serrare, applicando la coppia raccomandata.
- Fissare il cavetto di sicurezza anti-svitamento sulle viti di a fermaglio delle chiavette e dell'ugello. Continuare, seguendo le istruzioni seguenti.

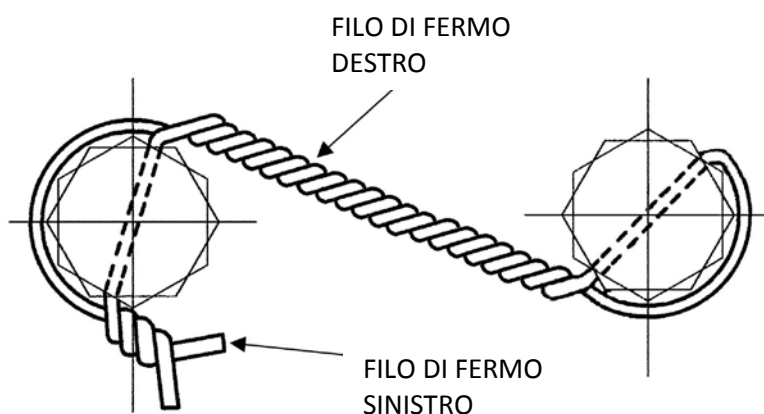
### **Istruzioni per il montaggio del cavetto anti-svitamento tra le due viti**

Il sistema comprende un cavetto ricotto di acciaio AISI 302, che passa attraverso la testa della prima vite e il relativo fissaggio alla testa della vite seguente. A tale scopo, si dovrebbe praticare un foro passante di diametro idoneo sulla testa della vite.

Usare un nuovo pezzo di cavetto, ogni volta che vengano bloccate le viti. Passare il cavetto attraverso il foro, facendolo aderire alla testa della vite, in modo da bloccarne lo svitamento.

Avvolgere il cavetto su sé stesso verso destra con un cacciavite, fino a raggiungere il foro della seconda vite. Fare in modo che una delle estremità del cavetto passi attraverso il foro della seconda vite, avvolgendo l'altra estremità intorno alla testa della vite, in modo da evitarne lo svitamento. Avvolgere il cavetto su sé stesso (torsione verso sinistra) per una lunghezza pari a circa 20 volte il diametro del cavetto. Vedere [Figura 225](#).

La treccia del cavetto deve essere ben serrata. Il suo movimento totale (al centro) non dovrebbe superare i 3 mm. Non intaccare, piegare o deteriorare in alcun caso il cavetto durante la torsione.



**Figura 225 - Installazione del cavetto di sicurezza tra due viti**

### **17.5.3 RIMONTAGGIO DEI COMPONENTI INTERESSATI DALLA COMBUSTIONE**

Per rimontare queste parti, seguire le procedure descritte nel [Paragrafo 16.1](#) nei paragrafi indicati di seguito per quanto riguarda gli argomenti seguenti:

- a. Osservazioni generali
- b. Componenti del pezzo di transizione
- c. Cassa della turbina
- d. Cassa della camera di combustione
- e. Coperchio e camicia
- f. Rivelatore di fiamma e candela
- g. Testa della camera di combustione
- h. Rimozione del martinetto a vite
- i. Rimontaggio di tutte le parti smontate nelle precedenti operazioni
- j. Verifiche da eseguire prima di avviare la turbina

## **18 ISPEZIONE PRINCIPALE**

### **18.1 OPERAZIONI PRELIMINARI**

Procedere con le operazioni preliminari, come descritto nel [Paragrafo 16.1](#).

### **18.2 PARTI INTERESSATE DAL ISPEZIONE PRINCIPALE**

Le parti interessate dal controllo generale sono le seguenti:

- Giunto di carico
- Testa
- Cassa
- Coperchio e camicia
- Candela
- Rivelatore di fiamma
- Camera di combustione
- Pezzo di transizione
- Ugello (1° e 2° stadio)
- Pale dello statore
- Pale del rotore (pale a cucchiaino)
- Rotore
- Cassa di ammissione
- Cassa di scarico del compressore
- Cassa della turbina
- Cassa di scarico della turbina Supporti per cuscinetto 1 e 2

### 18.3 VERIFICHE PRELIMINARI

Prima di iniziare lo smontaggio dei componenti della turbina, verificare quanto segue:

- allineamento della turbina;
- posizione del rotore.

#### 18.3.1 VERIFICA PRELIMINARE DELL'ALLINEAMENTO

La verifica preliminare dell'allineamento consiste in una verifica dell'allineamento della turbina con il riduttore.

Eeguire la verifica dopo aver smontato il coprigiunto e il giunto di carico.

Si tratta di una verifica particolarmente utile per individuare la possibile causa di un eventuale deterioramento, rilevabile sul giunto.

#### **Smontaggio del coprigiunto**

Il coprigiunto è composto da un pezzo rigido, suddiviso in due parti (una metà superiore e una metà inferiore), oltre a una parte flessibile (giunto di dilatazione), realizzata in un unico pezzo.

Per lo smontaggio procedere nel seguente modo:

- Rimuovere i dadi e i bulloni dalla giunzione orizzontale;
- Rimuovere i dadi e i bulloni dalla giunzione verticale tra il giunto di dilatazione e il pezzo rigido;
- Rimuovere i dadi e i bulloni dall'altra giunzione verticale superiore sul pezzo rigido, lasciando assicurata la metà inferiore del coprigiunto;
- Comprimere il giunto di espansione quanto basta, per disinnestarlo dalla flangia del pezzo rigido.
- Sollevare la metà superiore del pezzo rigido (se è composta da due parti, separarle per facilitarne lo smontaggio).
- Posizionare questa parte su una superficie di legno o cartone spesso. Avvertenza: non danneggiare le superfici di accoppiamento.
- Disconnettere i tubi di ingrassaggio del giunto.
- Marcare, disconnettere e contrassegnare tutti i cavi delle sonde di vibrazione e smontare le sonde.
- Marcare, disconnettere e contrassegnare i cavi delle sonde di vibrazione assiale del supporto n. 1 e smontarle.
- Marcare, disconnettere e contrassegnare i cavi della sonda Keyphasor del supporto n. 1 e rimuovere la sonda.
- Rimuovere tutti i dadi e i bulloni rimanenti e smontare la metà inferiore del coprigiunto.
- Posizionare la metà inferiore su una superficie di legno o cartone spesso, mentre il giunto di dilatazione rimane poggiato sul giunto di carico.

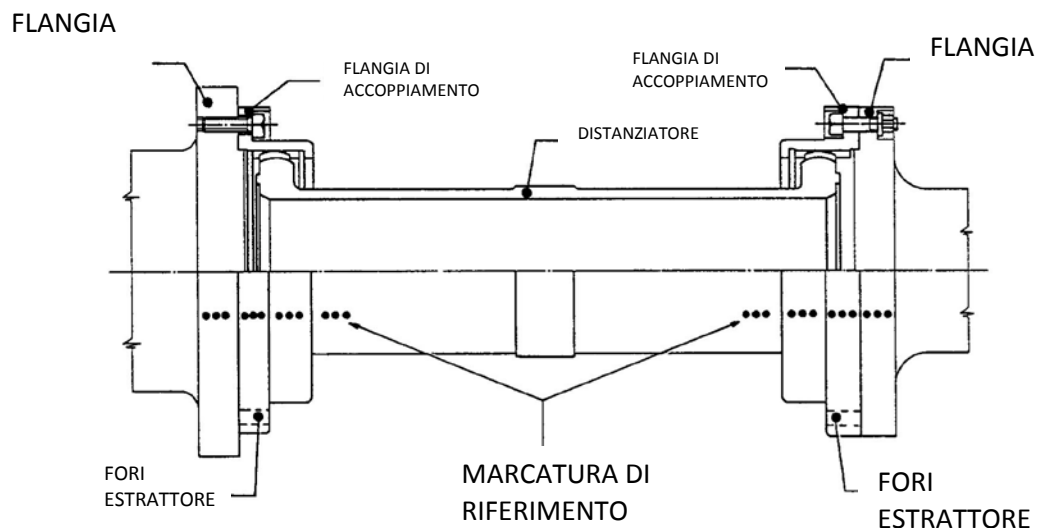
- Pulire tutti i dadi e i bulloni e sistamarli all'interno di scatole, quindi numerare le scatole per l'identificazione durante il rimontaggio.

### **Smontaggio del giunto di carico**

Il giunto di carico è un giunto a denti, composto da due flange e un distanziatore.

Prima di smontare il giunto, eseguire le seguenti verifiche:

- La posizione di accoppiamento tra anello graduato e flange di accoppiamento deve essere marcata per l'identificazione con contrassegni, che ne indichino la posizione di montaggio. Al contrario, marcare le flange e l'anello graduato con tre punti allineati.
- Vedere [Figura 226](#).



**Figura 226 - Tipico giunto a denti**

- Le viti e i dadi sono pesati singolarmente e il loro peso è identico entro una tolleranza di 0,1 grammi. Di conseguenza, la marcatura per il rimontaggio nella stessa posizione non dovrebbe essere necessaria. Tuttavia, si raccomanda ugualmente di marcarli.

Usare un pennarello a base d'alcool.

Per smontare il giunto ausiliario, seguire le istruzioni qui riportate:

- Imbracare il giunto con una fune non metallica.
- Rimuovere la vite di fissaggio e staccare le flange con l'aiuto di martinetti a vite.
- Prestare attenzione al giunto di dilatazione, mentre poggia sull'anello graduato.
- Sollevare il giunto ed estrarre il giunto di dilatazione.
- Posizionarlo su una superficie di legno o cartone spesso.

**AVVERTENZA**

NON DANNEGGIARE LE SUPERFICI DI ACCOPPIAMENTO DEL GIUNTO DI CARICO (SUPERFICI DEL FRONTE DELLA FLANGIA E DENTATURA).

- Pulire tutti i dadi e i bulloni e sistamarli all'interno di scatole, quindi numerare le scatole per l'identificazione durante il rimontaggio.

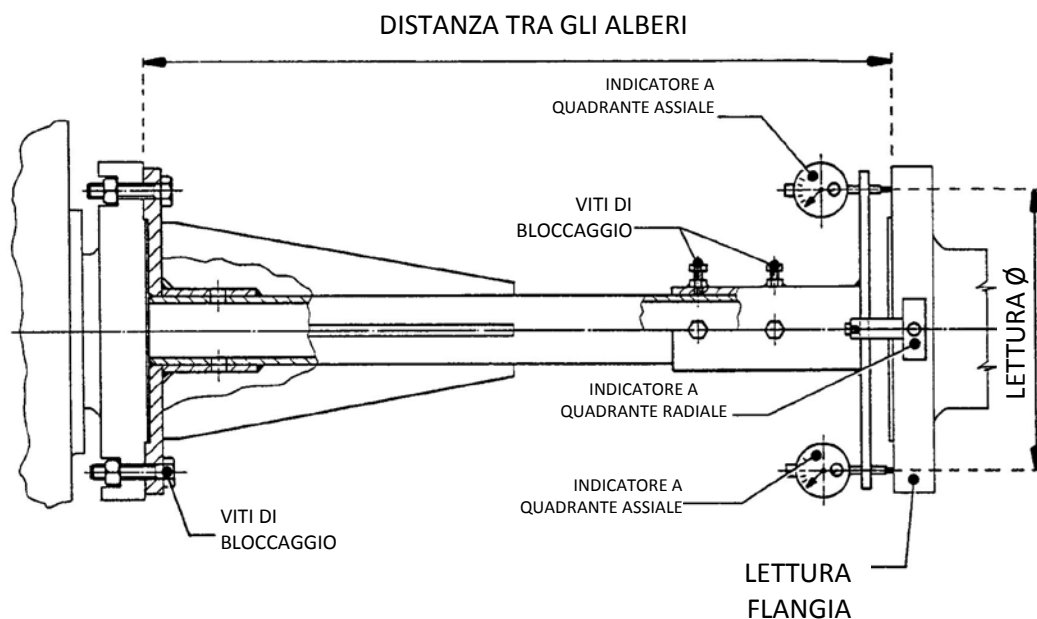
Smontare la scatola del coprigiunto, prima di effettuare le operazioni descritte sopra per smontare il giunto di carico, per cui:

- Marcare, disconnettere e contrassegnare i cavi della sonda Keyphasor e i pick-up dell'indicatore di velocità installati sulla scatola (lato sede cuscinetto n. 4).
- Rimuovere le coppiglie (sulla giunzione orizzontale) e tutti i dadi e i bulloni.
- Smontare la scatola. (Avvertenza: le giunzioni della scatola sono state rivestite con uno strato di composto sigillante).

A questo punto, continuare secondo le istruzioni indicate per il giunto ausiliario, a partire dalle verifiche.

**Verifica allineamento turbina**

Affinché i valori delle letture siano considerati affidabili, le misurazioni dovrebbero essere ripetute almeno tre volte. Gli indicatori, dopo un giro completo, devono sempre tornare alla posizione originale. In caso contrario, è necessario verificare il settaggio della strumentazione e degli indicatori. Ripetere le verifiche. La [Figura 227](#) mostra la tipica strumentazione da usare per la verifica dell'allineamento.



**Figura 227 - Attrezzi tipici per la verifica dell'allineamento**

Per verificare l'allineamento tra la turbina e il riduttore:

- Installare la speciale strumentazione sulla flangia del riduttore e bloccarla con le viti appositamente fornite. Prima del montaggio, verificare le superfici di accoppiamento e il diametro delle scanalature della flangia della strumentazione, in modo da non danneggiare la flangia del riduttore.
- Regolare la distanza tra il componente di supporto dell'indicatore e la flangia della turbina, bloccando il giunto telescopico con l'ausilio delle viti appositamente fornite.
- Installare con precisione tre indicatori (due indicatori assiali e uno radiale) negli appositi fori. Precaricarli di uno o due millimetri sulla flangia del rotore. Serrare le viti a fermaglio degli indicatori.
- Ruotare la strumentazione, in modo da posizionare l'indicatore radiale in alto.
- Marcare con un pennarello a base d'alcool quattro punti a 90° sulla flangia della turbina (alto- destra- basso- sinistra).
- Azzerare il quadrante dell'indicatore e leggere i valori mostrati, facendo riferimento ai quattro punti marcati, quindi tornare alla posizione in alto.
- In ogni posizione scrivere i valori delle letture dei tre indicatori sui moduli appositamente forniti.

Confrontare i valori letti con quelli indicati nelle specifiche di allineamento.

### **18.3.2 VERIFICA POSIZIONE ROTORE**

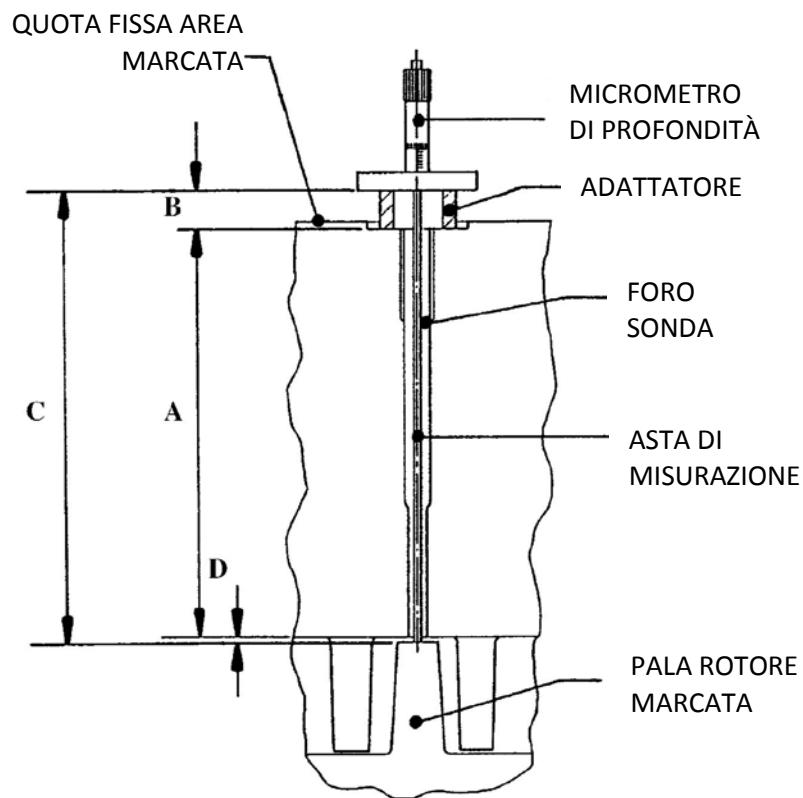
Determinare la posizione del rotore prima dello smontaggio delle unità è molto importante, come anche ripetere questa operazione dopo il relativo rimontaggio.

I dati ottenuti possono essere confrontati con quelli rilevati durante le precedenti verifiche.

Al fine di determinare la posizione del rotore, verificare il gioco tra una delle pale del rotore di 1° e 11° stadio e il diametro dello statore.

Per verificare le pale di 1° e 11° stadio, procedere come segue:

- Rimuovere i tappi dai quattro fori delle sonde della cassa di ammissione dell'aria al livello del rotore di 1° stadio e al livello del rotore di 11° stadio sulla cassa di scarico del compressore.
- Pulire accuratamente la superficie della palettatura presso ciascun foro.
- Osservare le cifre stampate accanto ai fori delle sonde, che dovrebbero mostrare il valore corrispondente al "valore fisso", ovvero la distanza tra il diametro interno della cassa e la superficie della palettatura nel punto misurato.
- Ruotare il rotore, fino a quando una delle pale del rotore dello stadio non sia visibile e centrata su uno dei fori delle sonde.
- Marcare la pala con una sostanza colorante a base di alcool.
- Una volta centrata sul foro e marcata la pala, posizionare un adattatore contro la superficie della palettatura e introdurre un micrometro comparatore di profondità (da 125 a 150 mm).
- Usando il micrometro comparatore, misurare la distanza tra la punta della pala e il piano dell'adattatore. Una volta rilevato questo valore, sottrarre il "valore fisso" stampato sulla cassa e il valore dello spessore dell'adattatore. La differenza corrisponde al gioco tra la pala del rotore e lo statore. Vedere [Figura 228](#).



**Figura 228 - Lettura del gioco per determinare la posizione del rotore.**

### **NOTA**



L'adattatore si può realizzare lavorando a macchina un pezzo di tubo con diametro di 25 mm e una lunghezza di 30-35 mm. Le due punte devono essere parallele entro una tolleranza di 0,01 mm. Il micrometro comparatore di profondità deve avere un range di misurazione di circa 130 mm, più lo spessore dell'adattatore, e

un'asta di misurazione con un diametro massimo di 6 mm. (Dovrebbe penetrare in un foro di diametro 6,4 mm).

Ruotare il rotore, fino a quando la pala marcata non risulti centrata su un altro foro di sonda.

- Ripetere l'operazione di misurazione per tutte le posizioni (alto-basso-destra-sinistra) del 2° stadio.
- Registrare sui relativi moduli i valori del gioco letti.
- Rimettere i tappi sui fori delle sonde.
- Le differenze tra i giochi rilevati nelle varie posizioni sul 1° e 2° stadio del rotore determineranno la posizione del rotore nelle casse dello statore. Il rotore deve essere centrato entro una tolleranza di 0,05 mm.



## 18.4 SMONTAGGIO DELLE PARTI

Per tutte le operazioni di smontaggio successive è necessario rimuovere una o più metà superiori delle casse. Le parti non coperte devono essere protette, al fine di evitare depositi di polvere o altri possibili danni. Non rimuovere la protezione, a meno che non sia strettamente necessario per il controllo e, quando necessario, rimettere a posto le protezioni immediatamente dopo il controllo.



### **AVVERTENZA**

PER LA RIMOZIONE DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI, FARE RIFERIMENTO AL DIAGRAMMA "PESI E BARICENTRI".

### 18.4.1 SMONTAGGIO DELLE PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE

Eseguire tutte le operazioni di smontaggio riguardanti le parti interessate dal controllo del sistema di combustione come descritto nel [Paragrafo 16.3.1](#) e [Paragrafo 16.3.7](#) del presente manuale.

Le operazioni principali sono elencate di seguito:

- Smontaggio del coperchio della camera di combustione
- Smontaggio del rivelatore di fiamma e della candela
- Smontaggio della camicia della camera di combustione
- Smontaggio della cassa della camera di combustione
- Supporto delle casse
- Smontaggio della cassa della turbina
- Smontaggio del pezzo di transizione

### 18.4.2 SMONTAGGIO DELLE PARTI DESCRITTE NEL [Paragrafo 17.1](#)

- Smontaggio della metà superiore dell'ugello di 1° stadio.

### 18.4.3 SMONTAGGIO DELLA CASSA DEL COMPRESSORE

- Rimuovere le coppie marcate e i dadi e i bulloni della flangia orizzontale.
- Pulire tutti i dadi e i bulloni e sistamarli all'interno di scatole, quindi numerare le scatole per l'identificazione durante il rimontaggio.
- Installare due guide di scorrimento speciali, avvitandole nei fori filettati della flangia orizzontale della cassa, uno su ogni lato.
- Imbracare la metà superiore della cassa del compressore.
- Installare i martinetti a vite negli appositi fori e avvitarli, fino a quando la flangia orizzontale non venga separata.

**NOTA**

Prestare attenzione alle coppiglie, posizionate al di sotto dei martinetti a vite sulla parte posteriore, che dovrebbero rimanere in posizione.

- Sollevare lentamente la flangia e rimuoverla perfettamente, evitando di danneggiare la palettatura.
- Posizionare il materiale su una superficie di legno o cartone spesso. Non danneggiare le pale della giunzione orizzontale.
- Imbracare e sollevare la metà cassa della parte posteriore e posarla sulla flangia anteriore, in modo da consentire il controllo delle pale dello statore.
- Proteggere accuratamente le aree interessate dalle operazioni di smontaggio a ogni interruzione del lavoro.

**18.4.4 SMONTAGGIO DELLA CASSA DI AMMISSIONE DELL'ARIA**

La cassa di ammissione dell'aria supporta il plenum d'ingresso, il riduttore epicicloidale, l'anello di controllo delle alette direttrici d'ingresso (I.G.V) e il dispositivo di protezione interno.

Smontare il plenum d'ingresso e il riduttore principale, per raggiungere i bulloni della centratura.

**Smontaggio della cassa d'ammissione**

Per smontare la cassa d'ammissione, provvedere a quanto segue:

- Smontare i bulloni della centratura.
- Imbracare metà del plenum d'ingresso.
- Rimuovere i bulloni del lato verticale sulla metà parte assicurata con l'imbracatura.
- Estrarre il plenum d'ingresso e posarlo su una superficie di cartone pesante o di legno.
- Ripetere le operazioni di cui sopra per l'altra metà.
- Rimuovere il convogliatore del plenum d'ingresso.
- Pulire tutti i bulloni e i dadi e raccogliarli in un recipiente contrassegnato, in modo da averli pronti per il successivo rimontaggio.

**Smontaggio del riduttore epicicloidale****NOTA**

Il riduttore in oggetto non è stato costruito da N.P. Per tale motivo è necessario osservare scrupolosamente tutte le istruzioni del fornitore in materia di manutenzione (accluse alla presente documentazione).

Per ulteriori informazioni contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P.

Dopo aver rimosso il giunto installato tra il riduttore e l'alternatore, agire nel seguente modo:

- Imbracare il riduttore al fine di sollevarlo perfettamente in piano.
- Rimuovere i due perni radiali tra la flangia del riduttore e l'adattatore.

- Rimuovere i bulloni di accoppiamento con la cassa di ammissione dell'aria.
- Rimuovere il riduttore della cassa di ammissione dell'aria e posarlo su una superficie di cartone pesante o di legno.
- Pulire tutti i bulloni e i dadi e raccogliarli in un recipiente contrassegnato per il successivo rimontaggio.

### **Rimozione del dispositivo di protezione**

- Rimuovere i bulloni di accoppiamento della flangia di chiusura.
- Rimuovere la flangia di chiusura e posizionarla su una superficie di cartone pesante o di legno.
- Prestare attenzione a non danneggiare l'O-ring con il riduttore in prossimità del diametro esterno.
- Rimuovere i bulloni di accoppiamento del dispositivo di protezione A.I.C. (cassa di ammissione dell'aria).
- Rimuovere il dispositivo di protezione e posarlo su una superficie di cartone pesante o di legno.
- Prestare attenzione al perno fornito con la parte superiore.
- Pulire tutti i bulloni e i dadi e raccogliarli in un recipiente contrassegnato per il successivo rimontaggio.

### **Rimozione dell'anello di controllo della cremagliera I.G.V. (aletta direttrice d'ingresso)**

Rimuovere i bulloni della centratura, pulirli, contrassegnarli e raccogliarli in un recipiente per il successivo rimontaggio.

### **Smontaggio della metà superiore della cassa d'ammissione dell'aria**

Rimuovere i perni di centraggio (due per ogni lato) sulla superficie orizzontale. Rimuovere i due perni di centraggio superiori dell'anello adattatore.

Rimuovere tutti i bulloni e le viti della flangia orizzontale, che bloccano la parte interna nel condotto d'entrata. Inserire le due colonne di guida (una per ogni lato) nei fori filettati della centratura orizzontale.

Imbracare la parte superiore A.I.C., come mostrato nel disegno "Pesi e baricentri".

#### **AVVERTENZA**



I BRACCI DELLA CASSA D'AMMISSIONE DELL'ARIA, CHE COLLEGANO LE PARTI INTERNE ED ESTERNE, "NON POSSONO" ESSERE USATI PER LE OPERAZIONI DI SOLLEVAMENTO E/O MOVIMENTAZIONE. A TALE SCOPO USARE GLI APPOSITI GOLFARI O I MANIGLIONI SALDATI ALLA CASSA.

- Sollevare lentamente la metà cassa, facendo attenzione a non muoverla, danneggiando di conseguenza i componenti interni delle pale dello statore.

- Posare la metà cassa su una superficie di cartone pesante o di legno.
- Imbracare e sollevare la metà cassa dalla parte posteriore e posizionarla sulla flangia anteriore, in modo da permettere la verifica delle alette dello statore.
- Al termine del lavoro coprire tutte le parti interessate dalle operazioni di smontaggio.

#### **18.4.5 SMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO**

La cassa di scarico supporta la cappa di scarico, il diffusore esterno e il corpo di supporto n. 2. Rimuovere quanto segue per accedere alle viti e alle spine di riferimento della giunzione orizzontale interna della cassa di scarico:

- Plenum di scarico
- Diffusore di scarico esterno
- Pannello di chiusura del diffusore

##### **Smontaggio del diffusore esterno e del plenum di scarico**

- Rimuovere l'imbracatura tra plenum di scarico e condotto di scarico. Per rimuovere il diffusore esterno è necessario:

- Allentare le piastre di bloccaggio.
- Rimuovere i bulloni dalla giunzione orizzontale del pannello di chiusura e la flangia di accoppiamento con il diffusore.

Imbracare e rimuovere il pannello di chiusura superiore verso il diffusore esterno.

- Rimuovere le ghiera e il condotto di collegamento dalle due sonde senza contatto del cuscinetto n. 2.
- Imbracare ed estrarre la metà superiore del pannello di chiusura

del diffusore esterno. Rimuovere la conduttura di raffreddamento e tenuta del supporto n. 2.

- Allentare le piastre di bloccaggio.
- Rimuovere i bulloni dalla giunzione orizzontale tra diffusore e cassa di scarico (solo la metà superiore).
- Imbracare e sollevare la metà superiore del diffusore esterno.

#### **AVVERTENZA**



NON DEFORMARE IL DIFFUSORE DURANTE IL SOLLEVAMENTO, SE QUESTO PREMA CONTRO LA CASSA DI SCARICO. NON DANNEGGIARE LE GUARNIZIONI DI FIBRA CERAMICA SULLA GIUNZIONE ORIZZONTALE DEL DIFFUSORE E SUL GIUNTO TRA DIFFUSORE E CASSA DI SCARICO.

- Pulire tutti i dadi e i bulloni, imballare e contrassegnare per il successivo montaggio.

**Smontaggio della metà superiore della cassa di scarico**

- Svitare di circa 10 mm le tre viti, dai portelli di accesso ai bulloni e le spine di riferimento della flangia orizzontale nella parte interna della cassa di scarico della turbina, sia sul lato sinistro sia su quello destro.
- Spingere le viti verso l'interno per disinserire i tre dispositivi di arresto sulla parte interna del portello, quindi ruotare leggermente per posizionare i dispositivi di arresto, in modo da poter estrarre il portello.
- Rimuovere le due spine di riferimento (sulla parte anteriore) e i due tiranti/spine di riferimento della giunzione orizzontale esterna. Allentare i rimanenti bulloni della cassa di scarico della turbina e del diffusore interno.

**AVVERTENZA**

PER RIMUOVERE I BULLONI ALL'INTERNO DEL DIFFUSORE, USARE UNICAMENTE ATTREZZI IDONEI.

- Imbracare la metà superiore della cassa di scarico, come mostrato nel disegno "Pesi e baricentri".
- Montare i due perni di guida, avvitandoli nei fori della flangia esterna della cassa, uno per ogni lato.
- Montare i martinetti a vite nei relativi fori sulla giunzione orizzontale (4 all'interno e 4 all'esterno).
- Sollevare lentamente, prestando attenzione a mantenere il pezzo perfettamente in piano.
- Posizionare la cassa di scarico su una superficie di legno compensato o cartone pesante.
- Pulire tutti i bulloni e le spine di riferimento, imballare e contrassegnare per il successivo montaggio.
- Ogni volta che i lavori vengano interrotti, proteggere con coperture adeguate le aree interessate dallo smontaggio.

**18.5 VERIFICHE DEI GIOCHI**

Ogni volta che le metà superiori delle casse vengano smontate per un controllo, si dovrebbero leggere i giochi assiali e radiali lungo la giunzione orizzontale, sia sul lato destro sia su quello sinistro. Per la definizione di lato destro e sinistro fare riferimento al [Paragrafo 16.4.1](#) del presente manuale.

In linea generale, i giochi da leggere sono quelli lungo la giunzione orizzontale, che si dovrebbero rilevare con l'ausilio di spessimetri tarati, calibri a corsoio, scale di riferimento, calibri magnetici, ecc. (questi attrezzi non sono compresi nella fornitura).

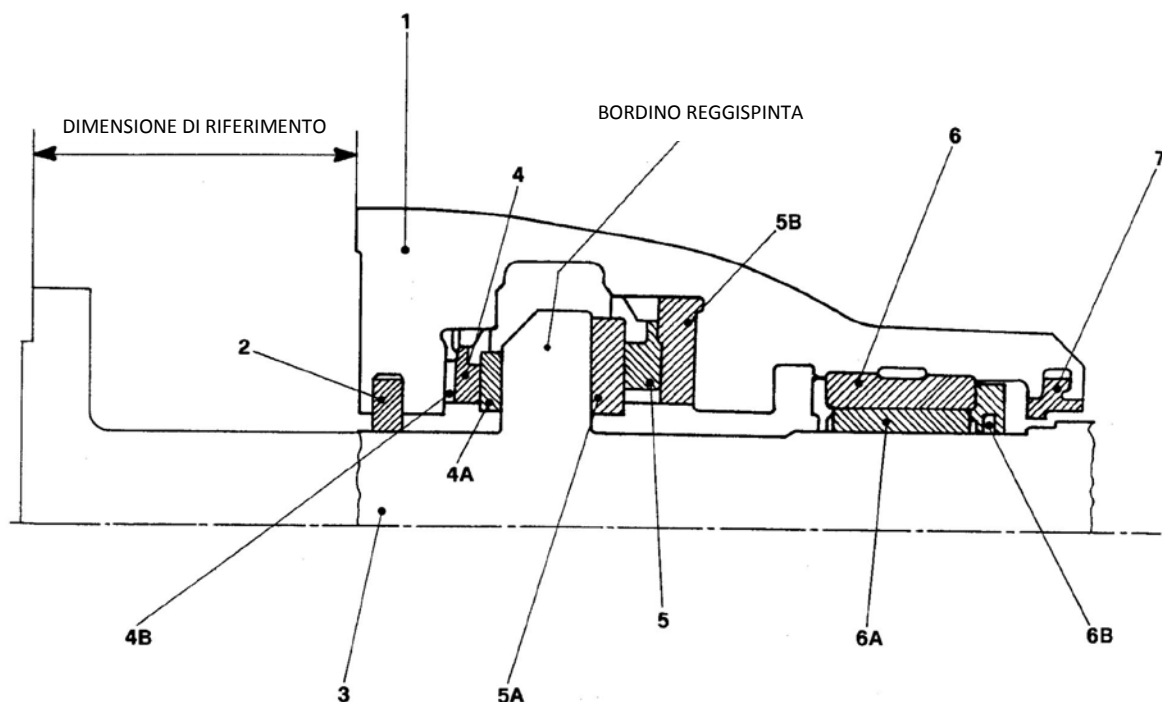
I giochi si dovrebbero rilevare sui cuscinetti portanti e sugli anelli di tenuta mobili, registrando le differenze nelle misurazioni.

- I valori dei giochi rilevati si dovrebbero quindi confrontare con i dati del diagramma, per determinare le eventuali misure correttive, se necessarie.
- Quando i valori dei giochi superano i valori delle tolleranze, raccomandati nelle relative specifiche, i dati dovrebbero essere notificati al Servizio di assistenza clienti di N.P. In tali casi si raccomanda di non toccare le parti, in quanto potrebbero essere necessarie nuove misurazioni.

### 18.5.1 VERIFICHE DEI GIOCHI NELLE AREE DEL COMPRESSORE ASSIALE E DELLA TURBINA

Per leggere correttamente i giochi in oggetto, procedere come segue:

- spingere il rotore verso il cuscinetto reggispira attivo;
- spingere gli ugelli e gli anelli esterni in senso assiale nella direzione del flusso, per ripristinare il gioco assiale e radiale. A tale scopo fare riferimento alle istruzioni indicate nel [Paragrafo 16.4](#) del presente manuale.
- Spingere o tirare la palettatura del rotore (compressore/turbina) in senso radiale verso l'esterno, per ripristinare i giochi di montaggio;
- rilevare la dimensione di riferimento esterna tra il supporto n. 1 e la flangia del rotore (vedere [Figura 229](#) ).



**Figura 229 - Valore di riferimento per la verifica del gioco assiale del rotore.**

**LEGENDA**

1	CAPPELLO CUSCINETTO N. 1
2	GUARNIZIONE DI TENUTA OLIO FLOTTANTE
3	ALBERO TURBINA E COMPRESSORE
4	CUSCINETTO REGGISPINTA NON CARICATO
5	CUSCINETTO REGGISPINTA CARICATO
6	CUSCINETTO PORTANTE N. 1
7	GUARNIZIONE DI TENUTA OLIO/ARIA
4A	PATTINO
4B	SPESSORE DI REGOLAZIONE GIOCO ASSIALE
5A	PATTINO
5B	SPESSORE DI REGOLAZIONE POSIZIONE ROTORE
6A	PATTINO
6B	GUARNIZIONE DI TENUTA OLIO FLOTTANTE

- Una volta rilevati i valori di riferimento, rimuovere gli spessori di legno, usati per spingere il rotore verso il cuscinetto reggispinta attivo, e metterli da parte, dal momento che saranno utili per il rimontaggio;
- posizionare un calibro magnetico sulla giunzione orizzontale, in modo da consentire allo strumento di misurare il movimento assiale del rotore;
- azzerare il calibro, quando il rotore venga spinto in modo corretto contro la superficie attiva del cuscinetto reggispinta, muovere il rotore e condurlo sull'altra superficie, leggere il valore del movimento e riportare il rotore contro la superficie attiva. Il calibro dovrebbe tornare a zero;
- registrare il valore della spinta assiale sul relativo modulo;
- registrare sui relativi moduli i valori del gioco rilevati;
- si consiglia di verificare i giochi sotto la supervisione di un referente di N.P.;
- l'uso corretto degli strumenti di misura costituisce un fattore di importanza cruciale per ottenere i valori effettivi dei giochi.

**18.5.2 SMONTAGGIO CAPPELLI DEI CUSCINETTI**

Per completare la verifica dei giochi delle giunzioni, smontare i cappelli dei cuscinetti.

**AVVERTENZA**

QUANDO SI SOLLEVANO I CAPPELLI, I CUSCINETTI PORTANTI, I CUSCINETTI REGGISPINTA, OVE PRESENTI, E I RELATIVI SPESSORI E LE COPPE DELL'OLIO, RIMANGONO NEI RISPETTIVI ALLOGGIAMENTI SULLA METÀ INFERIORE.

Una volta smontati i cappelli, coprire sistematicamente tutte le aree non coperte dei supporti dei cuscinetti, ognuna con una propria protezione individuale (oltre alla protezione già presente per la metà inferiore delle casse). Non rimuovere le protezioni, a meno che non sia strettamente necessario.

**Smontaggio cappello cuscinetto n. 1**

- Marcare, disconnettere e contrassegnare i cavi dei sensori di vibrazione radiali e dei pick-up di velocità, installati sul supporto del cuscinetto n. 1 (ove presente).
- Smontare i sensori di vibrazioni sismiche e le sonde radiali senza contatto del cappello del cuscinetto n. 1 (ove presente).
- Rimuovere le coppie di centraggio (due per ogni lato) della flangia orizzontale del cappello.
- Rimuovere tutti i dadi e i bulloni.
- Installare due golfari di sollevamento negli appositi fori, posizionati sul cappello e imbraccarli.
- Installare (quattro) martinetti a vite e avvitarli, fino a separare le superfici di accoppiamento.
- Sollevare lentamente il cappello e mantenerlo in posizione perfettamente orizzontale.
- Posizionarlo su una superficie di legno o cartone spesso. Avvertenza: non danneggiare le guarnizioni di tenuta o le superfici di accoppiamento, dal momento che dovrebbero garantire la tenuta metallica una volta rimontate.
- Pulire tutti i dadi e i bulloni e sistamarli all'interno di scatole, quindi numerare le scatole per l'identificazione durante il rimontaggio.

**18.5.3 VERIFICHE DEI GIOCHI SULLE GUARNIZIONI AD ANELLO OLIO/ARIA DEI SUPPORTI DEI CUSCINETTI E GUARNIZIONI ARIA/ARIA DI ALTA PRESSIONE**

- Rimuovere i coperchi protettivi dai supporti.
- Eseguire le verifiche dei giochi sulla guarnizione ad anello olio/aria sia sul lato sinistro sia su quello destro della giunzione orizzontale dei quattro supporti dei cuscinetti.
- Eseguire le verifiche dei giochi sulla guarnizione aria/aria di alta pressione sia sul lato sinistro sia su quello destro.
- Registrare i giochi nei relativi moduli. Per le

verifiche dei giochi usare calibri a spessori.

Prestare attenzione a non deteriorare i denti delle guarnizioni durante le verifiche dei giochi.

**18.5.4 VERIFICHE DEL GIOCO SULL'ANELLO DI TENUTA OLIO FLOTTANTE**

Per la verifica del gioco in oggetto è necessario:

- Rimontare la molla sulla guarnizione di tenuta.
- Controllare il diametro con un micrometro in cinque punti radiali (a zero gradi - asse verticale, a 45 gradi, 90 gradi - sopra e sotto la giunzione orizzontale) e a 135 gradi.
- Calcolare la media aritmetica dei valori rilevati.
- Sottrarre il diametro del rotore.



**AVVERTENZA**

IL DIAMETRO DEL ROTORE VIENE RILEVATO IN DIVERSI PUNTI RADIALI, NELL'AREA D'INTERVENTO DELLA GUARNIZIONE DI TENUTA, UNA VOLTA CHE IL ROTORE SIA STATO RIMOSSO (VEDERE [PARAGRAFO 4.7.3.1](#)).

- Il risultato corrisponde al gioco tra la guarnizione flottante e il rotore.
- Registrare i giochi rilevati nei relativi moduli.

**18.6 SMONTAGGIO DI CUSCINETTI E ROTORE**

Dopo aver verificato i giochi lungo la giunzione della turbina, smontare tutti i pezzi, fino a poter estrarre il rotore. Una volta che il rotore sia stato smontato, procedere a una verifica accurata dei pezzi smontati.

**AVVERTENZA**

UNA VOLTA SMONTATI I CUSCINETTI, COPRIRE SISTEMATICAMENTE LE AREE NON COPERTE DEI SUPPORTI DEI CUSCINETTI CON UNA PROTEZIONE INDIVIDUALE (OLTRE ALLA PROTEZIONE GIÀ PRESENTE SULLE METÀ CASSE DELLE METÀ INFERIORI). NON RIMUOVERE LE PROTEZIONI, A MENO CHE NON SIA STRETTAMENTE NECESSARIO DURANTE LE OPERAZIONI IN TALI AREE.

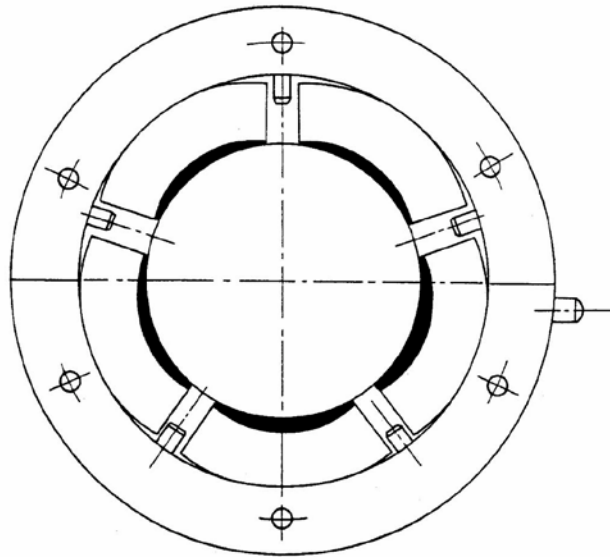
**18.6.1 SMONTAGGIO DEL CUSCINETTO REGGISPINTA**

Per smontare i cuscinetti reggispinga della metà inferiore del supporto del cuscinetto n. 1, seguire la procedura qui indicata:

- rimuovere la protezione a copertura del supporto;
- ruotare la sede del cuscinetto reggispinga inattivo, fino a quando la metà inferiore (dotata di vite anti-rotazione) non appaia sulla parte alta dell'unità, quindi estrarla;
- ruotare l'altra metà del cuscinetto, ancora in posizione, ed estrarla dal corpo di supporto del cuscinetto;
- ruotare la sede del cuscinetto reggispinga attivo, fino a quando la metà inferiore (dotata di vite anti-rotazione) non appaia dalla metà superiore, quindi estrarla; Qualora l'operazione risulti difficoltosa, muovere di poco il rotore in senso assiale.
- ruotare l'altra metà del cuscinetto, ancora in posizione, ed estrarla dal corpo di supporto del cuscinetto;
- posare i pezzi su una superficie di legno o cartone spesso, in modo da non danneggiare le superfici dei pattini, rivestiti con metallo antifrizione.

**18.6.2 SMONTAGGIO DEI CUSCINETTI PORTANTI (METÀ SUPERIORE)**

I cuscinetti sono del tipo a 5 pattini (vedere [Figura 232](#) )



**Figura 230 - Tipo di portacuscinetto "tra i pattini" (vista senza anello di tenuta)**

Per rimuovere i cuscinetti portanti, procedere come segue:

- Rimuovere i coperchi protettivi dal supporto.
- Rimuovere i due tenditori a vite.
- Con un cacciavite posizionato nelle relative scanalature diametralmente opposte alle viti, sollevare la metà superiore del cuscinetto e smontarla.
- Sostituire il coperchio protettivo del supporto.
- Posizionare tutto l'hardware su una superficie di legno compensato o cartone pesante. Prestare attenzione alle superfici dei pattini rivestite con metallo antifrizione.
- Pulire tutte le viti e le spine di riferimento,

imballare e contrassegnare. Ripetere queste operazioni per il cuscinetto portante n. 2.

### **18.6.3 SMONTAGGIO DEL ROTORE**

- Rimuovere la protezione a copertura dei supporti dei cuscinetti n. 1 e 2;
- con l'ausilio di funi non metalliche idonee imbracare il rotore nei punti indicati nel diagramma "Pesi e baricentri". Le funi dovrebbero rimanere tese in linea verticale.

- Sollevare l'unità molto lentamente (preferibilmente con un paranco a mano), fino a quando le pale mobili non siano fuoriuscite dalle parti dello statore;
- durante questa operazione assicurarsi che il rotore venga spostato lungo una linea perfettamente verticale e parallelamente alla superficie di accoppiamento orizzontale;
- assicurarsi anche che le pale del rotore del compressore assiale non urtino contro le pale dello statore e che le pale mobili non urtino contro le guarnizioni di tenuta dello spazio tra le ruote;
- rimuovere il rotore e abbassarlo, ma senza posarlo;
- posizionare il coperchio di protezione sui supporti dei cuscinetti;
- ingrassare e proteggere con un coperchio idoneo i collari e le aree di lettura delle sonde senza contatto.

### **AVVERTENZA**



QUALSIASI DANNO A CARICO DELLE SUPERFICI NEL RANGE DI LETTURA DELLE SONDE "SENZA CONTATTO" (GRAFFI, AMMACCATURE, OSSIDAZIONE) PUÒ RIDURRE LA PRECISIONE DELLE LETTURE DA PARTE DELLE SONDE E, QUINDI, LE STESSE DOVREBBERO ESSERE PROTETTE CON NASTRO ADESIVO.

- Posare il rotore su un supporto (non compreso nella fornitura), per proteggere le aree di contatto;
- coprirlo adeguatamente, per proteggerlo da polvere e sporcizia.

#### **18.6.4 SMONTAGGIO DEI CUSCINETTI PORTANTI (METÀ INFERIORE)**

- Rimuovere i coperchi protettivi dei supporti dei cuscinetti.
- Identificare e rimuovere i due pattini dalla giunzione orizzontale dei cuscinetti n. 1 e 2.
- Ruotare la parte inferiore dei cuscinetti (prestare attenzione ai grani) e rimuoverla dalle relative sedi. Operare con cautela per la metà inferiore del cuscinetto portante n. 1, in quanto è unito alla metà inferiore del cuscinetto reggispira non caricato.
- Identificare i pattini e rimetterli a posto nelle relative metà sedi.
- Posizionare l'hardware su una superficie di legno compensato o cartone pesante, unitamente alle metà superiori.

Prestare attenzione alle superfici dei pattini rivestite con metallo antifrizione.

- Proteggere i supporti dei cuscinetti. Non scoprire, se non strettamente necessario per continuare le operazioni.
- Coprire nuovamente l'intera macchina con i coperchi protettivi.

## 18.6.5 SMONTAGGIO E PULIZIA DEI CUSCINETTI

### AVVERTENZA



PULIRE I CUSCINETTI CON UN PANNO MORBIDO E DEL KEROSENE. NON USARE CASCAMI

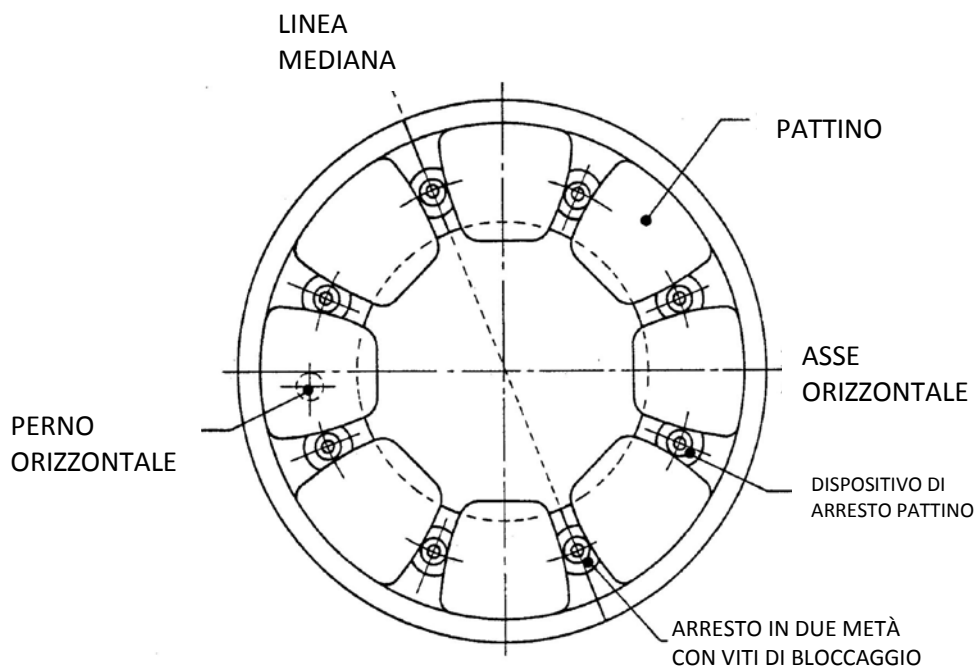
TESSILI AL POSTO DEI PANNI, DAL MOMENTO CHE POSSONO CONTENERE CORPI ESTRANEI, CHE POTREBBERO DANNEGGIARE

IL METALLO ANTIFRIZIONE. DURANTE LA PULIZIA DEL CURSORE, EVITARE IL CONTATTO DI OGGETTI DURI CON LE SUPERFICI RIVESTITE DI METALLO ANTIFRIZIONE, IN QUANTO POTREBBERO GRAFFIARSI O SCHIACCIARSI.

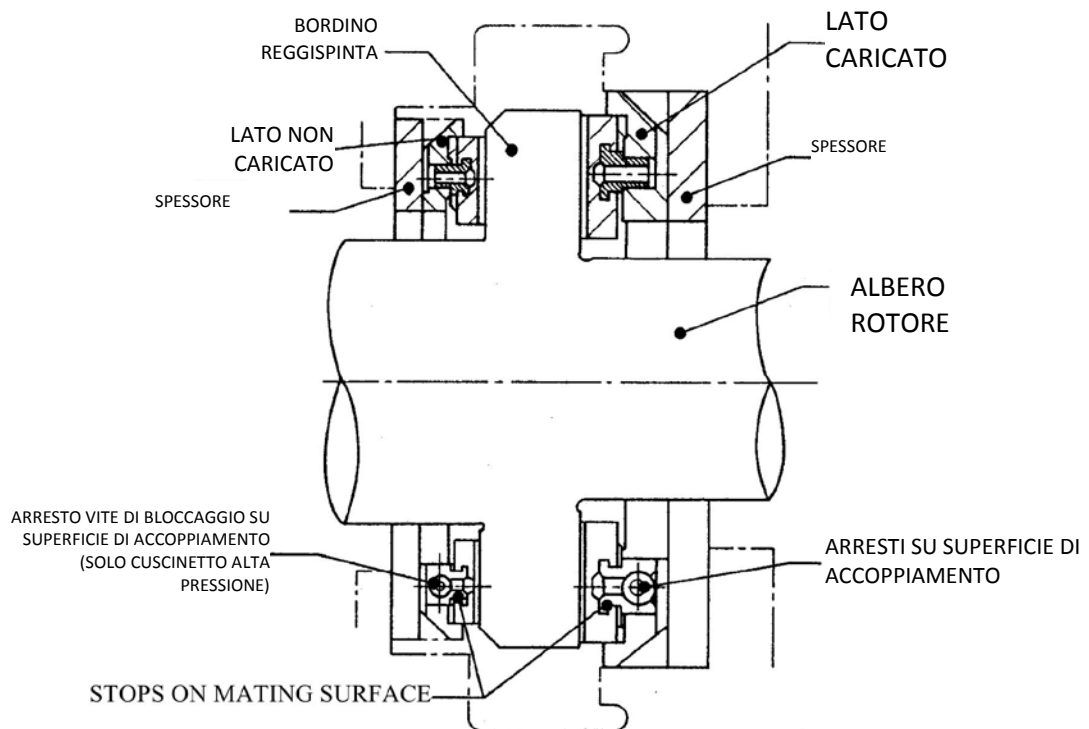
### Smontaggio dei pattini dei cuscinetti reggispira

Per smontare i pattini dei cuscinetti reggispira, seguire la procedura qui indicata:

- marcare i pattini (non marcare il metallo antifrizione) e la sede con un pennarello indelebile;
- svitare le quattro viti (due su ogni metà), che fissano i cuscinetti reggispira dei pattini sul giunto del cuscinetto (vedere [Figura 232](#));
- rimuovere i cuscinetti reggispira sul giunto di accoppiamento dei cuscinetti, per liberare i pattini adiacenti (due su ogni metà) (vedere [Figura 231](#));
- svitare gli altri cuscinetti reggispira e rimuovere i pattini rimanenti;
- pulire le metà sedi dei cuscinetti, i pattini e i fori di passaggio del grasso dei cuscinetti reggispira, in modo da approntare tutte le parti per il controllo.



**Figura 231 - Tipica vista di un cuscinetto reggispira caricato e non caricato**

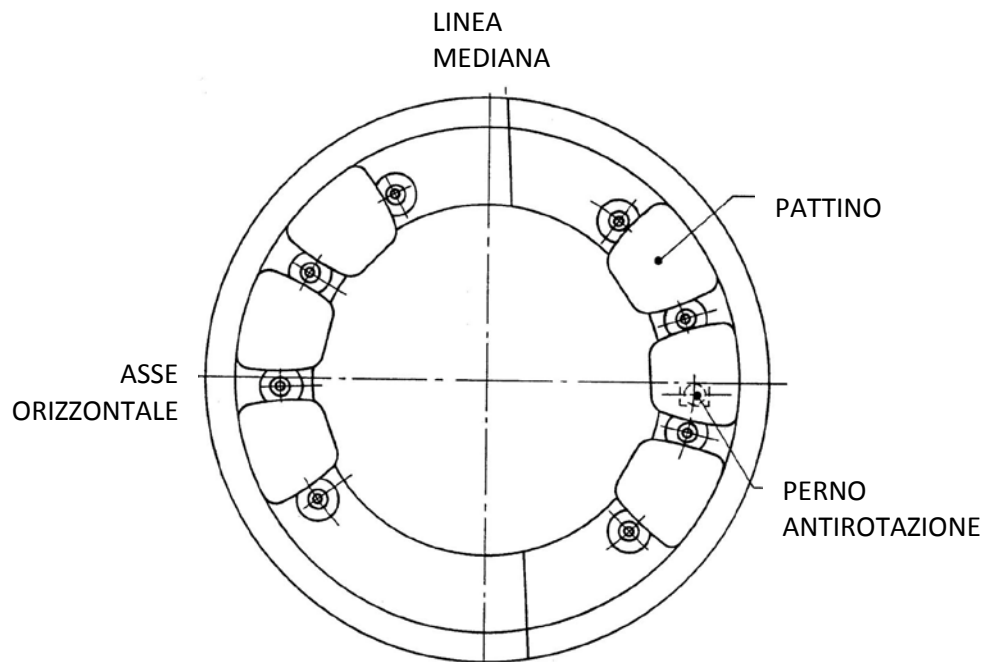


**Figura 232 - Cuscinetti reggispinta – Sezione tipica**

### **AVVERTENZA**



I PATTINI DEL CUSCINETTO REGGISPINTA NON CARICATO DI BASSA PRESSIONE NON SONO POSIZIONATI IN PROSSIMITÀ DEI GIUNTI DEI CUSCINETTI (VEDERE [FIGURA 233](#)).

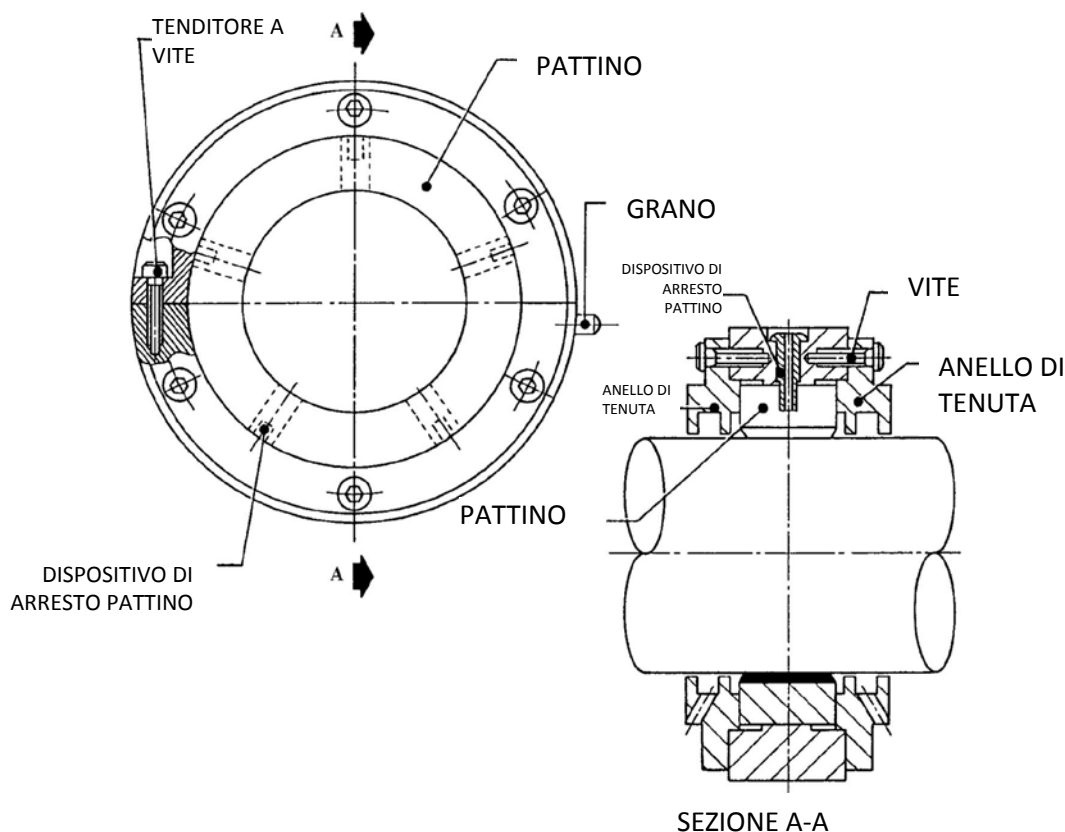


**Figura 233 - Tipica vista di un cuscinetto reggispira non caricato**

### **Smontaggio dei pattini dei cuscinetti portanti**

Per smontare questi pattini, procedere come segue:

- Svitare i tenditori a vite di uno degli anelli di tenuta dell'olio laterali, preferibilmente quello anteriore (vedere [Figura 234](#) ).
- Marcare la posizione di accoppiamento delle due metà della guarnizione.
- Con un pennarello indelebile marcare la posizione di accoppiamento dei pattini (non sul metallo antifrizione) e della sede.
- Estrarre i pattini dalla sede.
- Pulire i pattini e le sedi, approntandoli per il controllo.



**Figura 234 - Insieme del portacuscinetto (tipico)**

#### 18.6.6 SMONTAGGIO DELLA METÀ INFERIORE DELL'UGELLO 1° STADIO

- Installare due golfari di sollevamento nei fori di accoppiamento e serrare l'imbracatura;
- estrarre il cavetto di bloccaggio di sicurezza dalle viti delle chiavette orizzontali, che fissano gli anelli di ritegno esterni degli ugelli di 1° stadio sulla cassa della turbina;
- svitare le viti ed estrarre le chiavette, rimuovere l'ugello dalla cassa della turbina, abbassarlo e posarlo sul fondo della cassa. Allentare un'imbracatura e sollevare l'ugello con l'altra imbracatura, facendolo ruotare intorno all'asse della macchina.
- Posare l'ugello su una superficie di legno o cartone spesso accanto alla metà superiore. Avvertenza: non poggiarlo sui profili di tenuta.
- Pulire tutti i dadi e i bulloni e sistemarli all'interno di scatole, quindi numerare le scatole per l'identificazione durante il rimontaggio.



#### **AVVERTENZA**

PRIMA DI AVVIARE LE OPERAZIONI DI SMONTAGGIO, ASSICURARSI CHE TUTTE LE TERMOCOPPIE E TUTTE LE PARTI DEI TAPPI DEL BOROSCOPIO SIANO STATE SMONTATE.

### 18.6.7 SMONTAGGIO DEI SEGMENTI DELLE METÀ INFERIORE E SUPERIORE DELL'UGELLO 2° STADIO SULLA CASSA DELLA TURBINA

- I segmenti dell'ugello di 2° stadio sono fissati agli anelli esterni sulla cassa della turbina mediante prigionieri di centraggio radiali. Per lo smontaggio rimuovere le viti prigioniera, spingendole verso l'interno con l'aiuto di un cacciavite o di un utensile simile.
- Spingere la vite prigioniera, tenendola inserita (la spinta sarà compensata da una molla).
- Estrarre il segmento di ugello dell'anello esterno, quindi estrarre la vite prigioniera e la molla.
- Sistemare l'imbracatura e il dispositivo di sollevamento nell'apposito foro filettato nell'anello esterno ed estrarlo dalla cassa della turbina. Se necessario, usare liquidi speciali per rimuovere le parti.
- Allo stesso modo, estrarre l'anello esterno successivo senza la vite prigioniera (ogni segmento dell'ugello comprende due segmenti).
- Ripetere queste operazioni, fino allo smontaggio di tutti i segmenti.



#### **AVVERTENZA**

I PROFILI DI TENUTA POSSONO FUORIUSCIRE DAL RELATIVO ALLOGGIAMENTO DURANTE LO SMONTAGGIO.

- Tutte le parti devono essere numerate, in modo da poterle rimontare agevolmente nella stessa posizione. In linea generale, le parti dovrebbero essere numerate contando i numeri in senso antiorario, a partire dalla parte superiore destra e procedendo nella direzione del flusso.



#### **NOTA**

Prima di iniziare lo smontaggio, assicurarsi che tutte le termocoppie e i tappi del boroscopio siano stati ritirati.

## 18.7 CONTROLLI

### CONTROLLO DELLE PARTI INTERESSATE DALLA COMBUSTIONE

Eseguire tutte le operazioni descritte nel [Paragrafo 16.5](#) , [Paragrafo 16.5.1](#) , [Paragrafo 16.5.2](#) , [Paragrafo 16.5.3](#) , [Paragrafo 16.5.4](#) , [Paragrafo 16.5.5](#) , [Paragrafo 16.5.6](#) del presente manuale.

### CONTROLLO DELLE PARTI CALDE

Eseguire tutte le operazioni descritte dal [Paragrafo 17.4](#) , [Paragrafo 17.4.1](#) , [Paragrafo 17.4.2](#) , [Paragrafo 17.4.3](#) , [Paragrafo 17.4.4](#) al [Paragrafo 17.4.5](#) del presente manuale.



### 18.7.1 CONTROLLO DEI PORTACUSCINETTI E DEI CUSCINETTI REGGISPINTA

Questo controllo consiste nel verificare le condizioni del rivestimento di metallo antifrizione dei pattini e misurare il diametro medio dei portacuscinetti, al fine di calcolare il gioco tra il perno di banco e il portacuscinetto.

#### **Controllo dei pattini dei cuscinetti**

- Verificare le superfici dei pattini, rivestite di metallo antifrizione. Non sono accettabili cricche né metallo antifrizione mancante.
- Assicurarsi che il rivestimento di metallo antifrizione non sia usurato in modo anomalo o eccessivo.
- Verificare la presenza di graffi, rigature o ammaccature sul rivestimento di metallo antifrizione. Se le tracce non sono importanti, per numero e profondità, si possono lasciare senza intervenire.

#### **AVVERTENZA**



GRAFFI E RIGATURE SONO DOVUTI ALLA PRESENZA DI IMPURITÀ ACCUMULATE NEL SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE. NON USARE MAI TELA SMERIGLIO O SIMILE PER ELIMINARE BAVE O RIGATURE NEL METALLO ANTIFRIZIONE.

- Eliminare accuratamente i corpi estranei, che possano aver incrostato il metallo antifrizione, senza causare bave o avvallamenti eccessivi.

Per ulteriori informazioni su queste procedure consultare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente di N.P.

#### **Verifica del gioco dei portacuscinetti**

Una volta smontato e pulito il cuscinetto, controllati i pattini e confermati come positivi i risultati dei controlli, è il momento di eseguire le verifiche dimensionali, per determinare il gioco tra i cuscinetti e i perni di banco del rotore. Le operazioni da eseguire sono le seguenti:

- Pulire le superfici di accoppiamento delle sedi dei cuscinetti in due fasi. Assicurarsi che non ci siano bave o ammaccature.
- Unire le sedi e bloccarle con le viti.
- Misurare il diametro di base dei pattini nella sede in cinque punti (a zero gradi - asse verticale, a 45 gradi, 90 gradi - sopra e sotto la giunzione orizzontale, a 135 gradi). Calcolare la media matematica dei valori rilevati.
- Misurare il massimo valore dello spessore dei pattini (al centro dell'arco) con l'ausilio di un micrometro comparatore esterno con sensori sferici (non incluso nella fornitura).
- Calcolare la media matematica dei valori dello spessore, rilevati sui cinque pattini.

- Dalla media calcolata dal diametro di base sottrarre la media calcolata dai pattini due volte. Il risultato corrisponderà al diametro interno (medio) del cuscinetto.
- Dal diametro medio del cuscinetto sottrarre il diametro medio del perno di banco corrispondente, rilevato durante lo smontaggio del rotore (vedere [Paragrafo 18.7.3.1](#) della presente sezione). Il risultato corrisponderà al gioco del diametro tra il perno di banco e il portacuscinetto.
- Registrare il valore medio del diametro interno del cuscinetto portante e il gioco del diametro sugli specifici moduli, appositamente forniti.

### **Rimontaggio del cuscinetto reggispinta**

Per rimontare i pattini nella sede, una volta terminato il controllo con esito positivo (in caso contrario sarebbe necessario sostituire i cuscinetti), eseguire le seguenti operazioni:

- pulire accuratamente la sede e i pattini;
- rimettere a posto i pattini e ingrassarli abbondantemente con

olio. Seguire la procedura di smontaggio in senso inverso.

#### **AVVERTENZA**



SISTEMARE ALCUNI "DISPOSITIVI DI BLOCCAGGIO IN PLASTICA" SULLA FILETTATURA DELLE VITI DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA E SU QUELLA DEI CUSCINETTI REGGISPINTE, PRIMA DI AVVITARE, IN MODO DA EVITARE CHE LA SEDE DEI CUSCINETTI SI SVITI.

- Coprire i cuscinetti adeguatamente, per proteggerli da polvere e sporcizia.

### **Rimontaggio dei cuscinetti portanti**

Per il rimontaggio dei pattini nella sede, una volta completato il controllo con esito positivo (se il risultato fosse negativo, sarebbe necessario sostituire i cuscinetti), eseguire le seguenti operazioni:

- Pulire accuratamente la sede del cuscinetto e i pattini.
- Distribuire abbondante olio sui pattini e rimontare, ripetendo le procedure di montaggio, in modo da ripristinare le posizioni originali (vedere le marcature per il numero di posizione in direzione assiale e radiale).
- Rimontare la guarnizione di tenuta dell'olio, centrandola perfettamente sulla giunzione orizzontale della sede del cuscinetto e serrare le viti.

#### **AVVERTENZA**



PRIMA DI SERRARE LE VITI, APPLICARE ALCUNI DISPOSITIVI DI BLOCCAGGIO IN PLASTICA SULLE FILETTATURE, PER EVITARE IL POSSIBILE ALLENTAMENTO DELLE VITI.

- Proteggere i cuscinetti dalla sporcizia o da altre sostanze contaminanti.

## 18.7.2 CONTROLLO DELLA PALETTATURA

### Controllo delle pale del rotore

Per verificare le pale del rotore, fare riferimento alle istruzioni nel [Paragrafo 17.4.5](#) del presente manuale. Se la palettatura risulta deteriorata e necessita di sostituzione o riparazione, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P.

### Controllo della palettatura di statore e rotore del compressore assiale

Prima di controllare la palettatura, effettuare la pulizia nel seguente modo:

Tappare i fori di uscita dell'aria delle unità con del nastro adesivo e isolare le condutture, al fine di evitare che la sporcizia e/o le sostanze detergenti possano penetrare all'interno.

Pulire la palettatura di statore e rotore con un detergente di tipo "B&B 3100" (B&B Chemical Co. Miami, Florida) o un prodotto simile, miscelato con un getto di vapore.

Asciugare con aria compressa o panni puliti.

#### **NOTA**



Non usare mai prodotti contenenti cloro, come tricloroetilene, cloroetilene o simili, dal momento che potrebbero danneggiare la palettatura in titanio.

- Controllare le pale e verificare le piegature. Talune flessioni possono essere riparate in loco sotto la supervisione di un referente di N.P.
- Controllare la presenza di ammaccature sui profili alari. Le ammaccature di piccole dimensioni sulla metà superiore della pala possono essere rimosse mediante carta abrasiva a grana fine. Non sono ammesse imperfezioni sulla metà inferiore. Dopo ogni riparazione verificare nuovamente, effettuando una prova con liquido penetrante.
- Controllare le pale, per verificare tracce di erosione, corrosione e depositi. Raccogliere una parte di tali depositi e analizzarli. Le erosioni, che superino del 10% o più lo spessore della pala, non sono ammissibili.
- Provare la parte, usando liquidi penetranti nell'area di raccordo tra la piattaforma delle pale e la lamiera, verificando possibili cricche. Qualora vengano rilevati danni, che rendano necessario lo smontaggio e/o la sostituzione totale o parziale della pala, contattare il Servizio di assistenza clienti di N.P.

### Controllo dell'unità del compressore

Controllare le casse, verificando ogni possibile deterioramento.

### **18.7.3 CONTROLLO DEI PERNI E DEI BORDINI REGGISPINTE DEL ROTORE**

Le superfici di accoppiamento del rotore (collari e bordini reggispinTE) dovrebbero essere verificate, per rilevare eventuali tracce di usura e deterioramento. Se le superfici sono colpite da difetti non tollerabili, il perno del rotore può essere ridotto mediante lavorazione a macchina. In tal caso, si dovrebbero usare portacuscini speciali. Qualora il bordino reggispinTE sia interessato, potrà essere rilavorato a macchina; il valore della barra di regolazione può essere aumentato, come anche la spinta assiale del rotore. Per ulteriori informazioni consultare il Servizio di assistenza clienti di N.P. o un referente dell'azienda.

#### **Misurazione del diametro del perno del rotore**

- Pulire i perni (perni principali) del rotore;
- con l'ausilio di un micrometro esterno da 100 a 150 mm, verificare il diametro del perno in due punti radiali a 90 gradi nelle aree di funzionamento delle protezioni;
- ripetere le verifiche in tre posizioni assiali (al centro e alle due estremità) nelle aree di funzionamento dei cuscinetti;
- registrare i valori rilevati nei moduli specificamente forniti a tale scopo.

### **18.8 RIMONTAGGIO DELLE PARTI PRIMA DI VERIFICARE I GIOCHI SUL GIUNTO**

Le operazioni descritte in questo paragrafo riguardano il rimontaggio di parti precedentemente smontate. Qualora sia necessario rimontare parti nuove o sottoposte a controllo generale, si raccomanda di condurre queste operazioni alla presenza di personale di N.P.

Rimontare le parti, seguendo la numerazione identificativa, in modo da ripristinare le posizioni originali, seguendo le istruzioni del disegno complessivo.

Prima di rimontare le parti, assicurarsi che siano state accuratamente pulite. Rivestire tutte le coppie marcate e la filettatura di tutti i dadi e i bulloni con uno strato di composto anti-grippante FEL-PRO C 102. Assicurarsi che le piastre di bloccaggio possano essere rimontate e siano prive di cricche; in caso contrario, sostituirle. Verificare che le filettature autobloccanti "Helicoil" siano in buone condizioni; in caso contrario, sostituirle. Serrare tutti i dadi e i bulloni correttamente, secondo la coppia raccomandata, come da [Tabella B \(Paragrafo 16.6\)](#) e nell'ordine indicato nella [Figura 211](#) e [Figura 212](#) ([Paragrafo 16.6.2](#) e [Paragrafo 16.6.3](#)). Durante le operazioni di rimontaggio, in particolare, evitare con cura che eventuali corpi estranei possano cadere accidentalmente nella turbina. Il personale addetto alla macchina non dovrebbe portare oggetti nelle tasche degli abiti (camicie o altri abiti).

#### **18.8.1 RIMONTAGGIO DELL'UGELLO E DEI DIAFRAMMI 2° STADIO**

- Prendere uno degli anelli esterni (ovvero quello corrispondente alla posizione inferiore) e il segmento adiacente, senza la vite prigioniera;
- per conoscere la posizione dei vari segmenti degli ugelli e degli anelli esterni, fare riferimento alla numerazione indicata nel disegno complessivo delle casse della turbina;

- pulire accuratamente gli anelli esterni e verificare che siano privi di ammaccature, in particolare sulle superfici di accoppiamento con la cassa della turbina e con il prigioniero di centraggio;
- rimontare l'anello esterno adiacente senza vite prigioniera. Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante sulle superfici di accoppiamento tra i segmenti e tra i segmenti e la cassa.
- Verificare che tutti i profili di tenuta siano adeguatamente rivestiti con sigillante per calafataggio, come mostrato nel disegno complessivo.
- Continuare a montare i segmenti e gli ugelli, seguendo la stessa procedura.
- Una volta completato il rimontaggio, assicurarsi di non aver lasciato corpi estranei negli ugelli e che tutti i profili di tenuta siano stati correttamente installati nei relativi alloggiamenti.
- Rimontare i tappi e le aste del boroscopio, per garantire che i segmenti siano stati accuratamente rimontati nella cassa.

### **18.8.2 RIMONTAGGIO DELLA METÀ INFERIORE DELL'UGELLO 1° STADIO**

Ripetere in senso inverso le operazioni di smontaggio descritte sopra (vedere [Paragrafo 18.6.7](#) della presente sezione):

- passare le funi attraverso gli anelli e sollevare la parte inferiore fino alla superficie di accoppiamento;
- applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PRO C 102 sulle superfici in contatto con la cassa della turbina e le chiavette orizzontali;
- rimettere a posto le due chiavette orizzontali e avvicinare l'unità alla cassa della turbina; installare le viti e bloccare le chiavette nella cassa; serrare secondo la coppia raccomandata;
- installare lo speciale cavetto di bloccaggio delle chiavette.

### **18.8.3 RIMONTAGGIO DEGLI ANELLI DI TENUTA ARIA/OLIO E DEI PORTACUSCINETTI**

- Verificare che le superfici interne della cassa dello statore del compressore siano pulite e che le superfici di accoppiamento siano prive di ammaccature e tracce di sigillanti.
- Rimuovere i coperchi protettivi dai supporti dei cuscinetti.
- Verificare le superfici di accoppiamento dei supporti, che devono essere prive di ammaccature e tracce dei sigillanti, usati durante il precedente montaggio,
- Pulire, soffiando aria in tutti i fori, la metà inferiore delle sedi dei cuscinetti, le superfici interne dello statore e le pale dello statore del compressore.
- Le stesse operazioni devono essere effettuate per la metà superiore delle sedi dei cuscinetti.
- Verificare che i portacuscinetti siano puliti (soffiando aria compressa) e che le superfici di accoppiamento siano prive di ammaccature.

- Installare la metà inferiore dei portacuscini nella metà inferiore dei supporti. Accertarsi che i grani siano innestati nelle proprie sedi sul corpo di supporto.
- Verificare che le guarnizioni di tenuta nelle due metà siano pulite e che le superfici di accoppiamento siano prive di ammaccature.
- Installare la metà inferiore degli anelli di tenuta olio/aria nelle proprie sedi. Accertarsi che i grani siano innestati nelle proprie sedi sul corpo di supporto.
- Coprire nuovamente la sede del cuscinetto.

#### **18.8.4 RIMONTAGGIO DEL ROTORE**

- Con l'ausilio di funi non metalliche appropriate imbracare il rotore nei punti indicati nel disegno complessivo "Pesi e baricentri". Le funi devono rimanere tese in linea verticale.
- Assicurarsi che il rotore venga sollevato in posizione perfettamente orizzontale.
- Rimuovere le protezioni dei perni.
- Pulire la palettatura del rotore con aria compressa.
- Pulire accuratamente tutte le superfici, in particolare quelle per cui sia prevista la lettura con sonde senza contatto, i bordi reggispinta e i perni.
- Assicurarsi che le superfici delle casse e delle pale dello statore del compressore assiale siano pulite e che nessun corpo estraneo sia stato lasciato nell'area, in cui il rotore sia stato alloggiato.
- Posizionare il rotore al di sopra della cassa del compressore assiale.
- Rimuovere le protezioni a copertura dei supporti dei cuscinetti n. 1 e 2.
- Rivestire i perni e i pattini del rotore con olio Agip Exidia 220. Si tratta di un grasso molto denso, usato per lubrificare i cuscinetti, quando il sistema di lubrificazione normale non sia disponibile durante le fasi di smontaggio.
- Abbassare il rotore molto lentamente (preferibilmente con un paranco a mano). Avvertenza: durante questa operazione, evitare accuratamente qualsiasi urto delle pale del compressore assiale e fare in modo che le pale del rotore non urtino contro le guarnizioni di tenuta del distanziale delle ruote. Si consiglia di eseguire queste operazioni alla presenza di un referente di N.P.
- Verificare che la metà superiore del cuscinetto sia pulita. Se necessario, pulire con aria compressa.
- Posizionare le metà superiori dei cuscinetti portanti e serrare le viti di arresto (una per ogni lato) secondo la coppia raccomandata.
- Prendere il cuscinetto reggispinta attivo, verificare che sia pulito e privo di ammaccature.
- Rivestire il collare del rotore e i pattini del cuscinetto reggispinta con olio Agip Ote 32.
- Avvicinare la metà del cuscinetto senza vite anti-rotazione al collare del rotore e ruotarla nella relativa sede. Qualora non vi sia spazio sufficiente, cambiare la posizione del rotore in senso assiale. Installare l'altra metà, seguendo la stessa procedura; ruotare le due metà nello stesso senso, fino a quando la giunzione non si trovi al livello dell'asse verticale.

**AVVERTENZA**

PRESTARE ATTENZIONE AL FATTO CHE LA VITE ANTI-ROTAZIONE SIA CORRETTAMENTE POSIZIONATA NELLA SCANALATURA SPECIFICAMENTE PREDISPOSTA A TALE SCOPO NEL SUPPORTO.

- Spingere il rotore in senso assiale, in modo che il collare tocchi il cuscinetto reggispira attivo.
- Prendere il cuscinetto reggispira inattivo, verificare che sia pulito e privo di ammaccature.
- Rivestire il collare del rotore e i pattini del cuscinetto reggispira con olio "Agip Ote 32".
- Rimontare il cuscinetto reggispira inattivo, seguendo la stessa procedura utilizzata per il cuscinetto reggispira attivo.
- Ruotare il rotore e assicurarsi che si muova liberamente.
- Riposizionare il coperchio di protezione sui supporti dei cuscinetti.

**18.8.5 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO DELLA TURBINA**

Prima di rimontare la cappa di scarico della turbina, proteggere il collo del rotore, usando una bussola di rame, che sarà rimossa al momento di rimontare il supporto del cuscinetto.

- Imbracare la cassa di scarico della turbina, come mostrato nel disegno contenuto in "Pesi e baricentri".
- Mantenere il rotore sollevato, usando funi non metalliche appropriate.
- Posizionare la cassa di scarico in senso assiale, cercando di non colpire la parte posteriore del rotore.
- Serrare le viti con la metà inferiore della cassa della turbina, seguendo il metodo illustrato nella [Tabella \( Paragrafo 16.6 \)](#) e nella sequenza tipica, mostrata dalla [Figura 211](#) e [Figura 212 \( Paragrafo 16.6.2 e Paragrafo 16.6.3 \)](#).

**18.8.6 RIMONTAGGIO DEI CUSCINETTI PORTANTI**

Prima di rimontare i pattini dei cuscinetti portanti, rimontare la sede del cuscinetto, seguendo la procedura di smontaggio in senso inverso. Per rimontare i pattini nella sede, una volta terminato il controllo con esito positivo (in caso contrario sarebbe necessario sostituire i cuscinetti), seguire questa procedura:

- dopo il montaggio pulire accuratamente la sede e i pattini;
- rimettere a posto i pattini e ingrassarli abbondantemente;
- seguire la procedura di smontaggio in senso inverso, fino a riportare tutti i pattini nella posizione originale (vedere l'identificazione della posizione radiale e della direzione assiale);
- rimontare il serbatoio dell'olio, centrandolo perfettamente sulla giunzione orizzontale della cassa e serrare le viti.

**AVVERTENZA**

PRIMA DI SERRARE LE VITI, APPLICARE ALCUNI "DISPOSITIVI DI BLOCCAGGIO IN PLASTICA" SULLE FILETTATURE, PER EVITARE IL POSSIBILE ALLENTAMENTO DELLE VITI DALLA CASSA.

- Coprire i cuscinetti, per proteggerli da polvere e sporcizia.

**18.9 VERIFICHE DEI GIOCHI****18.9.1 LETTURA DEI GIOCHI DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA OLIO/ARIA SUL GIUNTO DEL SUPPORTO CUSCINETTO N. 1**

- Rimuovere il coperchio protettivo dal supporto.
- Misurare i giochi delle guarnizioni di tenuta olio/aria sul lato destro lungo la giunzione orizzontale del supporto del cuscinetto.
- Registrare i valori dei giochi nei moduli specificamente forniti a tale scopo.
- Per verificare i giochi, usare spessimetri tarati.

**AVVERTENZA**

NON DANNEGGIARE I DENTI DELLE GUARNIZIONI DURANTE LA VERIFICA DEI GIOCHI.

**18.9.2 VERIFICA DEL GIOCO ASSIALE DEL ROTORE E PREPARAZIONE PER LE VERIFICHE DEI GIOCHI DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA OLIO/ARIA**

Fissare un cavetto coperto di grasso o del nastro adesivo sulla metà superiore del rotore. Il cavetto dovrebbe avere un diametro di 0,8/1,0 mm e una lunghezza sufficiente a coprire lo spessore delle tenute a labirinto olio/aria.

**NOTA**

IL CAVETTO SARÀ UTILIZZATO PER MISURARE IL GIOCO DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA, QUANDO SI TROVINO IN POSIZIONE ELEVATA, UNA VOLTA MONTATO IL SUPPORTO.

- Riposizionare i cappelli dei cuscinetti e le viti prigioniere marcati e bloccarli, serrando alcune delle viti.

**AVVERTENZA**

ABBASSARE IL CAPPELLO IN SENSO ORIZZONTALE, DAL MOMENTO CHE LE MARCATURE SUL CAVETTO POTREBBERO ESSERE ALTERATE E, DI CONSEGUENZA, LA LETTURA DEI GIOCHI DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA POTREBBE ESSERE SCORRETTA.



- Posizionare un calibro magnetico sulla superficie di accoppiamento orizzontale, in modo che lo strumento possa misurare lo spostamento assiale del rotore.
- Spingere e tirare il rotore in senso assiale, regolando i pattini del cuscinetto reggispinga;
- azzerare il calibro, quando il rotore sia spinto decisamente contro la superficie attiva del cuscinetto reggispinga, quindi muovere il rotore e condurlo sull'altra superficie; leggere il valore del movimento e riportare il rotore contro la superficie attiva. Il calibro dovrebbe tornare a zero.
- Registrare i valori della spinta assiale sui moduli appositamente forniti a tale scopo e poi confrontarli con i valori misurati in occasione dello smontaggio. Vedere [Paragrafo 18.5.1](#).

### **18.9.3 VERIFICHE DEI GIOCHI DEL GIUNTO**

Una volta rimontate tutte le parti interessate dalla verifica dei giochi, eseguire tutte le operazioni descritte nel [Paragrafo 18.5](#) e [Paragrafo 18.5.1](#) del presente manuale, per misurare i giochi dell'insieme lungo la giunzione in relazione a questa fase, purché durante la precedente operazione sia stata eseguita la verifica della spinta assiale.

### **18.9.4 VERIFICA DEI GIOCHI SULLA METÀ SUPERIORE DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA OLIO/ARIA**

Al fine di misurare i giochi delle guarnizioni di tenuta olio/aria in posizione elevata, è necessario, innanzitutto, smontare il cappello del cuscinetto e misurare lo spessore del cavetto al livello delle marcature prodotte dai denti della guarnizione.

#### **AVVERTENZA**



SOLLEVARE IL CAPPELLO IN SENSO ORIZZONTALE, DAL MOMENTO CHE LE MARCATURE SUL CAVETTO POTREBBERO ESSERE ALTERATE E, DI CONSEGUENZA, LA LETTURA DEI GIOCHI DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA POTREBBE ESSERE SCORRETTA.

- Registrare i valori misurati nei moduli specificamente forniti a tale scopo.
- Pulire i rotori e riposizionare i coperchi protettivi sui supporti dei cuscinetti.

### **18.10 RIMONTAGGIO FINALE**

Una volta che tutti i giochi siano stati verificati sulla giunzione e sia stata ottenuta l'autorizzazione a continuare il rimontaggio delle casse, verificare le termocoppie. Assicurarsi che queste siano in buone condizioni di funzionamento, rimontarle negli spazi tra le ruote, quindi procedere al rimontaggio delle metà superiori delle casse.

### 18.10.1 RIMONTAGGIO DEI CAPPELLI PER I SUPPORTI DEI CUSCINETTI

Per rimontare i cappelli dei supporti dei cuscinetti n. 1 e 2, seguire la presente procedura:

- pulire accuratamente le superfici di accoppiamento di supporti e cappello;
- applicare uno strato sottile di adesivo per guarnizioni Arexons sulle superfici di accoppiamento;
- rimontare il cappello sul supporto, riposizionando le coppie precedentemente marcate, nonché i dadi e i bulloni, dopo aver distribuito un leggero strato di composto anti-grippante EPRO C102. Serrare, applicando la coppia raccomandata.
- Rimettere il pick-up magnetico del sensore di velocità sul cappello e tararlo (se applicabile).
- Ruotare il rotore e assicurarsi che si muova liberamente.
- Coprire nuovamente la macchina con la necessaria protezione.

### 18.10.2 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI AMMISSIONE

Imbracare la metà superiore della cassa di ammissione, seguendo le istruzioni indicate nel piano "Pesi e baricentri".



#### **AVVERTENZA**

NON USARE I PUNTONI DI ANCORAGGIO O I TIRANTI DI COLLEGAMENTO PER SOLLEVARE L'UNITÀ.

- Sollevare l'unità in posizione perfettamente orizzontale.
- Azionare il rotore e assicurarsi che si muova liberamente.
- Controllare le superfici di accoppiamento superiori e inferiori, dal momento che devono essere pulite e prive di ammaccature.
- Distribuire uno strato sottile di composto Permatex 1372 sulla flangia orizzontale, lasciando una striscia di 10-15 mm priva di composto sul lato interno lungo l'intera superficie della flangia, sulla destra e sulla sinistra.
- Riposizionare le guide di scorrimento.
- Prima di abbassare la metà superiore, verificare che nessun corpo estraneo sia stato lasciato nella metà inferiore.
- Abbassare la metà superiore della cassa. Procedere molto lentamente, assicurandosi che le superfici di accoppiamento siano perfettamente parallele durante l'operazione e che le parti degli anelli di controllo delle alette direttrici vengano accoppiati agevolmente.
- Prima di lasciare che le superfici di accoppiamento entrino in contatto, installare coppie di centraggio, dopo averle rivestite con uno strato di composto anti-grippante. Una volta che i piani siano in contatto, spingere le coppie con forza nei relativi alloggiamenti e ritirare le guide di scorrimento.
- Riposizionare i dadi e i bulloni della flangia orizzontale, comprese le due viti del diffusore dell'aria in ingresso, provvedendo prima al rivestimento con composto anti-grippante.

- Serrare tutti i dadi e i bulloni della flangia orizzontale secondo la coppia raccomandata. Cominciando dal centro della giunzione orizzontale, serrare alternativamente a destra e a sinistra e quindi continuare con la parte interna del diffusore, fino a serrare tutte le viti della flangia orizzontale. Seguire la tipica sequenza di serraggio (vedere [Figura 211](#) , [Paragrafo 16.5.2](#) del presente manuale).
- Verificare nuovamente la coppia di serraggio di tutte le viti.
- Ruotare il rotore e assicurarsi che si muova liberamente.

### **18.10.3 RIMONTAGGIO DEL DISPOSITIVO DI CONTROLLO DELLE ALETTE DIRETTRICI**

Rimontare i particolari, ripetendo in senso inverso le procedure dello smontaggio (vedere [Paragrafo 18.4.4.1](#)) secondo le indicazioni fornite nel disegno complessivo.

- Prestare attenzione alle marcature delle flange di raccordo con gli anelli di controllo delle alette direttrici. Prima di montare i perni di riferimento, rivestirli con uno strato sottile di composto anti-grippante.
- Verificare nuovamente il gioco tra gli anelli di controllo delle pale a cucchiaio e i rulli di guida, come illustrato nel disegno complessivo delle alette direttrici.
- Ritirare il calibro guida dalle leve.
- Le leve delle alette direttrici non dovrebbero essere rimosse, ma, ove ciò sia stato fatto, consultare il Servizio assistenza clienti di N.P. per le istruzioni sul rimontaggio.

### **18.10.4 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO DEL COMPRESSORE**

Imbracare la metà superiore della cassa di scarico del compressore come indicato nel disegno "Pesi e baricentri".

- Sollevarla perfettamente in piano.
- Azionare il rotore di alta pressione, per accertarsi che ruoti liberamente.
- Verificare le superfici di giunzione superiori e inferiori. Le superfici devono essere pulite e prive di ammaccature.
- Distribuire uno strato sottile di composto anti-grippante Fel-Pro C102 sui raccordi interni e sulla semi-flangia di accoppiamento con la cassa del compressore.
- Distribuire uno strato sottile di composto Permatex 1372 sulla flangia orizzontale inferiore, lasciando libero un tratto di 10-15 mm sul lato interno, lungo l'intera superficie della flangia, sia sul lato destro sia su quello sinistro.
- Rimontare i perni di guida.
- Assicurarsi che non vi siano corpi estranei nella parte inferiore, prima di abbassare la metà superiore della cassa.
- Abbassare la metà superiore della cassa molto lentamente, verificando che le superfici di raccordo rimangano parallele durante la discesa e che l'inserimento delle tenute a labirinto nel rotore di alta pressione non presenti difficoltà.

- Prima di avvicinare le superfici, applicare uno strato di composto anti-grippante alle spine di riferimento e quindi montarle. Quando le superfici sono a contatto, spingere le spine di riferimento nelle relative sedi e rimuovere i perni di guida.
- Montare le spine di riferimento sulla flangia verticale nelle relative sedi, rivestendole con uno strato di composto anti-grippante.
- Rivestire i bulloni con uno strato sottile di composto anti-grippante e montarli sulle flange orizzontali e verticali.
- Serrare i bulloni secondo la relativa coppia, cominciando dal segmento intermedio della giunzione orizzontale, procedendo alternativamente verso il lato destro e verso quello sinistro, fino a bloccare i bulloni della giunzione orizzontale, secondo la tipica sequenza di serraggio (vedere [Figura 211](#) , [Paragrafo 16.6.2](#) ).
- Serrare i bulloni delle flange verticali, cominciando da quelli più in alto e scendendo verso il fondo, procedendo alternativamente a destra e a sinistra, secondo la tipica sequenza.
- Verificare nuovamente la coppia dei primi bulloni in sequenza.
- Azionare il rotore, per accertarsi che ruoti liberamente.
- Coprire nuovamente le zone della turbina con i coperchi protettivi.

#### **18.10.5 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI SCARICO DELLA TURBINA**

Imbracare la metà superiore della cassa di scarico della turbina come indicato nel disegno "Pesi e baricentri".

- Sollevarla perfettamente in piano.
- Verificare le superfici di giunzione superiori e inferiori. Le superfici devono essere pulite e prive di ammaccature.
- Verificare le guarnizioni di fibra ceramica nelle flange interne del coperchio della cassa. Se le guarnizioni risultano danneggiate, occorre sostituirle.
- Distribuire uno strato sottile di composto anti-grippante Fel-Pro C102 sui raccordi interni e sulla semi-flangia di accoppiamento con la cassa del compressore.
- Distribuire uno strato sottile di composto Permatex 1372 sulla flangia orizzontale inferiore, lasciando libero un tratto di 10-15 mm sul lato interno, lungo l'intera superficie della flangia, sia sul lato destro sia su quello sinistro.
- Rimontare i perni di guida.
- Assicurarsi che non vi siano corpi estranei nella parte inferiore, prima di abbassare la metà superiore della cassa.
- Abbassare la metà superiore della cassa molto lentamente, verificando che le superfici di raccordo rimangano parallele durante la discesa e che l'inserimento dei particolari interni non presenti difficoltà.
- Prima di avvicinare le superfici, applicare uno strato di composto anti-grippante alle spine di riferimento e quindi montarle. Quando le superfici sono a contatto, spingere le spine di riferimento nelle relative sedi e rimuovere i perni di guida.

- Serrare i bulloni secondo la relativa coppia, cominciando dal segmento intermedio della giunzione orizzontale, procedendo alternativamente verso il lato destro e verso quello sinistro, fino a bloccare i bulloni della giunzione orizzontale, secondo la tipica sequenza di serraggio (vedere [Figura 211](#) , [Paragrafo 16.6.2](#) ).
- Verificare nuovamente la coppia dei primi bulloni in sequenza.
- Rimontare le due porte di chiusura sul diffusore interno.
- Rimontare la conduttura di raffreddamento e tenuta del supporto n. 2.
- Azionare il rotore, per accertarsi che ruoti liberamente.
- Coprire nuovamente le zone della turbina con i coperchi protettivi.

#### **18.10.6 RIMONTAGGIO DEL DIFFUSORE DI SCARICO ESTERNO**

- Verificare le guarnizioni di fibra ceramica nelle flange tra la cassa di scarico della turbina e il diffusore esterno e quelle sulla giunzione orizzontale. Se le guarnizioni risultano danneggiate, occorre sostituirle.
- Rimontare e settare (se applicabile) sul supporto n. 2 le due sonde "senza contatto".
- Sollevare e rimontare la metà superiore del diffusore esterno.
- Montare tutti i bulloni e serrarli secondo la coppia prevista. Prima del montaggio applicare uno strato sottile di composto anti-grippante alle filettature.
- Rimontare il pannello isolante esterno sulla metà superiore della cassa di scarico della turbina. Rivestire i bulloni con uno strato sottile di composto anti-grippante e installarli. Serrare i bulloni secondo la relativa coppia.
- Piegare le piastre di bloccaggio sulla testa dei bulloni.

#### **18.10.7 RIMONTAGGIO DELL'UGELLO DI 1° STADIO (METÀ SUPERIORE)**

Rimontare la metà superiore dell'ugello di 1° stadio, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 16.5.2](#) del presente manuale.

#### **18.10.8 RIMONTAGGIO DEL PEZZO DI TRANSIZIONE**

Rimontare il componente di passaggio del gas, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 16.6.1](#) del presente manuale.

#### **18.10.9 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA TURBINA**

Rimontare la cassa della turbina, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 16.6.2](#) del presente manuale.



#### **AVVERTENZA**

NON RITIRARE I MARTINETTI A VITE O I CALIBRI AL DI SOTTO DELLA CASSA DELLA TURBINA.

**18.10.10 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE**

Rimontare la cassa della camera di combustione, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 16.6.3](#) del presente manuale.

**18.10.11 RIMONTAGGIO DELLA CAMICIA**

Rimontare la camicia della camera di combustione, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 16.6.4](#) del presente manuale.

**18.10.12 RIMONTAGGIO DEL RIVELATORE DI FIAMMA E DELLA CANDELA**

Rimontare il rivelatore di fiamma e la candela, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 16.6.5](#) del presente manuale.

**18.10.13 RIMONTAGGIO DEL COPERCHIO DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE**

Rimontare il coperchio della camera di combustione, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 16.6.6](#) del presente manuale.

**18.10.14 ULTERIORE VERIFICA DELLA POSIZIONE DEL ROTORE**

Verificare la posizione del rotore nella cassa dello statore, seguendo la procedura descritta nel [Paragrafo 18.3.2](#) della presente sezione, eccetto per quanto riguarda lo smontaggio della cassa di ammissione, dal momento che non è stata ancora montata.

**18.10.15 RIMONTAGGIO DELLA CASSA DI AMMISSIONE**

- Installare quattro coppie marcate (due nella metà inferiore e due nella metà superiore) sulla flangia anteriore della cassa di ammissione;
- Prendere una delle due parti del supporto della cassa di ammissione e posizionare la relativa flangia sul davanti nelle coppie marcate. Riposizionare i dadi e i bulloni, dopo aver distribuito uno strato di composto anti-grippante;
- prendere l'altra parte e seguire la stessa procedura;
- riposizionare i dadi e i bulloni sulla guarnizione di tenuta e serrarli secondo la coppia raccomandata;
- sistemare la metà inferiore del dispositivo di protezione al di sotto della cassa di ammissione. Riposizionare i dadi e i bulloni delle flange verticali, dopo averli rivestiti con composto anti-grippante e quindi serrarli, fino a quando le superfici non entrino in contatto;
- rimontare la metà superiore del dispositivo di protezione e riposizionare tutti i dadi e i bulloni rimanenti, senza serrarli completamente;
- serrare i dadi e i bulloni secondo la coppia raccomandata. Cominciare con i bulloni di accoppiamento orizzontali, quindi serrare le viti delle flange verticali;

- rimontare la cassa di ammissione (divisa in due parti) con tutti i relativi dadi e bulloni, quindi serrare secondo la coppia raccomandata, procedendo prima con l'accoppiamento orizzontale e poi con le flange verticali.

### **18.10.16 RIMONTAGGIO DEL RIDUTTORE**

- Imbracare il riduttore al fine di sollevarlo perfettamente in piano.
- Avvicinare il riduttore alla cassa di ammissione dell'aria, fino a toccare i perni di centraggio, installati sulla metà inferiore.  
Unire il giunto e l'estremità scanalata dell'albero di riduzione.
- Installare due coppie marcate (radiali) sulla metà superiore.
- Montare tutti i bulloni e serrarli secondo la coppia prevista. Prima del montaggio applicare uno strato sottile di composto anti-grippante alle filettature.

### **18.11 VERIFICA DELL'ALLINEAMENTO DELLA TURBINA**

Verificare l'allineamento tra la turbina e il riduttore ausiliario, nonché l'allineamento tra la turbina e la macchina condotta (caricata). Seguire la procedura descritta nel [Paragrafo 18.3.1.3](#) della presente sezione.

Registrare i valori rilevati nei moduli specificamente forniti a tale scopo.

Normalmente, dopo il controllo generale, i valori misurati risultano conformi ai valori prescritti dalle specifiche di allineamento. In caso contrario, la turbina deve essere nuovamente allineata con gli altri dispositivi (riduttore ausiliario e carica), cambiando i distanziatori, se necessario, e/o muovendo i supporti del basamento della turbina.

Queste operazioni devono essere eseguite alla presenza di un referente di N.P. Contattare il Servizio assistenza clienti di N.P. per informazioni in merito alla procedura di riallineamento.

### **18.12 RIMONTAGGIO DEL GIUNTO DI CARICO**

La tipica sequenza di rimontaggio del giunto di carico è riportata di seguito:

- pulire accuratamente le flange da accoppiare; verificarne l'assenza di ammaccature o bave. In caso negativo, eliminare i difetti con una pietra abrasiva molto fine.
- Verificare la dentatura delle flange e il distanziatore.
- Applicare uno strato sottile di composto anti-grippante FEL-PRO C102 sulla filettatura delle viti.
- Imbracare il giunto sul distanziatore con una fune non metallica.

#### **AVVERTENZA**



PRIMA DI MONTARE IL GIUNTO, VERIFICARE LA MARCATURA DI FLANGE E DISTANZIATORI. TUTTE LE MARCATURE DEVONO ESSERE ALLINEATE (VEDERE [FIGURA 226](#) , [PARAGRAFO 18.3.1.2](#) DELLA PRESENTE SEZIONE).

- Avvitare i dadi e i bulloni, mantenendo i fronti delle flange paralleli tra loro.

- Serrare le viti secondo la coppia prescritta (nella [Tabella](#) , [Paragrafo 16.6.1](#) ). Seguire la tipica sequenza illustrata nella [Figura 211](#) , [Paragrafo 16.6.2](#) e nella [Figura 212](#) ,
- Verificare la mobilità del distanziatore, come mostrato nel disegno complessivo del giunto.
- Rimontare la sonda del comparatore di fase, le sonde assiali senza contatto e la sonda sismica sul supporto n. 1 e quindi tararle (se applicabile).

### **18.13 RIMONTAGGIO DELLE PARTI SMONTATE DURANTE LE OPERAZIONI PRELIMINARI**

Una volta completate le operazioni di rimontaggio, descritte nei precedenti paragrafi, è il momento di rimontare le parti smontate durante le operazioni preliminari (vedere [Paragrafo 16.1](#) ), come segue:

- condotti di entrata e uscita con i relativi giunti di dilatazione;
- conduttura di grasso, aria e combustibile;
- cavi elettrici e derivazioni;
- sistema antincendio;
- package (se applicabile);
- ripristinare l'alimentazione di energia elettrica.

### **18.14 VERIFICHE DA ESEGUIRE PRIMA DI AVVIARE LA TURBINA**

Una volta ricollegate le utenze e prima di azionare la turbina, è necessario eseguire una serie di prove, come descritto nel [Paragrafo 16.6.7](#) .



## 19 PARTI DI RICAMBIO

### 19.1 ISTRUZIONI PER ORDINARE LE PARTI DI RICAMBIO

#### **AVVERTENZA**



L'USO DI PARTI DIVERSE DA QUELLE FABBRICATE O AUTORIZZATE DA NUOVO PIGNONE, OVVERO LE RIPARAZIONI O LE MODIFICHE ESEGUITE DA ALTRI SENZA LA RELATIVA AUTORIZZAZIONE DA PARTE DI NUOVO PIGNONE, RENDERANNO NULLA QUALSIASI GARANZIA RIGUARDANTE APPARECCHIATURE DI NUOVO PIGNONE E SOLLEVERANNO NUOVO PIGNONE DA OGNI RESPONSABILITÀ PER EVENTUALI LESIONI O DANNI CONSEGUENTI.

Al momento di ordinare parti di ricambio per macchine fabbricate da Nuovo Pignone, fornire le seguenti informazioni:

- Numero d'ordine di NUOVO PIGNONE. Si tratta di un numero a sette cifre.
- Modello e numero di serie della macchina, secondo quanto indicato sulla targhetta
- Codice articolo e numero del disegno complessivo di riferimento
- Numero di particolare, secondo quanto indicato nell'elenco dei componenti, e nome del particolare
- Quantità richiesta
- Indirizzo completo verso cui effettuare la spedizione delle parti.

Al momento di ordinare parti per apparecchiature accessorie, indicare il nome del fabbricante, il tipo e il numero di serie dell'apparecchiatura, secondo quanto indicato sulla targhetta.

Qualora non sia disponibile un elenco di componenti, specificare chiaramente nell'ordine una breve descrizione della parte e la relativa funzione.

### 19.2 STOCCAGGIO DELLE PARTI DI RICAMBIO

Si deve prestare estrema attenzione a mantenere le parti di ricambio in condizioni di stoccaggio ottimali.

Al ricevimento le parti di ricambio dovrebbero essere controllate visivamente, per verificare tracce di corrosione, danni o altri problemi, che potrebbero richiedere interventi correttivi.

Successivamente al controllo e, se necessario, dopo aver completato gli interventi correttivi, le parti dovranno essere stoccate all'interno, in un ambiente pulito e asciutto.

# Manuale d'uso e manutenzione

## TURBINA A GAS PGT5/2

### Volume 3

## LISTA PARTI TURBINA A GAS

---

Cliente:	THERMASTER CENTRALE CO/GEN VARESE
Località Impianto:	VARESE (ITALY)
Impianto:	CENTRALE COGENERAZIONE DI VARESE
GE O&G Job:	1731334 (SERIAL NUMBER G09097)

---



# INDICE

## 1 - LISTE PARTI TURBINA A GAS

- 1.1 INDICE, DISPOSIZIONE E SPIEGAZIONE DEGLI ARGOMENTI
  - 1.1.1 Generalità
  - 1.1.2 Scopo della lista parti flangia-flangia
  - 1.1.3 Criterio di strutturazione della lista parti flangia-flangia
  - 1.1.4 Spiegazione della lista parti flangia-flangia
- 1.2 INDICE GENERALE
- 1.3 INDICE NUMERICO
- 1.4 INDICE ALFABETICO

# 1 - LISTE PARTI TURBINA A GAS

Sezione		Pagina
1.1	INDICE, DISPOSIZIONE E SPIEGAZIONE DEGLI ARGOMENTI	3
1.1.1	Generalità	3
1.1.2	Scopo della lista parti flangia-flangia	3
1.1.3	Criterio di strutturazione della lista parti flangia-flangia	3
1.1.4	Spiegazione della lista parti flangia-flangia	3
1.2	INDICE GENERALE	9
1.3	INDICE NUMERICO	11
1.4	INDICE ALFABETICO	11

## **1.1 INDICE, DISPOSIZIONE E SPIEGAZIONE DEGLI ARGOMENTI**

### **1.1.1 Generalità**

Nel presente Catalogo lista parti flangia-flangia sono elencate e illustrate solo le parti che compongono i modelli PGT5/2 progettati e costruiti da Nuovo Pignone, Firenze – Italia.

### **1.1.2 Scopo della lista parti flangia-flangia**

Il Catalogo lista parti flangia-flangia è destinato allo scopo di procurare, immagazzinare fra le scorte, pubblicare e identificare i componenti di una macchina, nonché di illustrare la relazione delle parti stesse rispetto alla configurazione di montaggio della macchina di appartenenza.

E' escluso l'utilizzo del Catalogo per le procedure di smontaggio e montaggio delle macchine stesse. Infatti, per la revisione o riparazione delle macchine è necessario l'impiego di personale autorizzato, il quale dovrà utilizzare i manuali tecnici previsti a tale scopo.

### **1.1.3 Criterio di strutturazione della lista parti flangia-flangia**

Le sezioni principali, i gruppi, sottogruppi e i particolari vengono presentati in ordine logico in modo tale da fornire all'utente tutte informazioni descrittive necessarie e di indicare inoltre la relazione di un elemento con altri particolari e con i gruppi di livello superiore più prossimi.

Nella vista esplosa di un gruppo, per ciascun particolare viene indicato il codice, la descrizione e la quantità.

Le singole parti in cui un gruppo viene esplosa sono collegate all'illustrazione da numeri indice comuni. Ulteriori dati descrittivi e identificativi, codici e dati identificativi del Venditore sono indicati, laddove consigliabile o necessario, nella descrizione stessa dell'elemento specificato.

### **1.1.4 Spiegazione della lista parti flangia-flangia**

La presente pubblicazione si divide nelle quattro seguenti sezioni:

- A. INTRODUZIONE
- B. LISTA PARTI
- C. INDICE ALFANUMERICO
- D. INDICE ALFABETICO

L' **Introduzione** (questa sezione) è la parte del manuale che spiega come utilizzare il medesimo.

Ciascuna illustrazione è indicizzata in base alla propria distinta o elenco delle parti.

Le distinte sono divise in quattro colonne come segue:

- **Posizione**
- **No. Parte Ricambio**
- **Descrizione**
- **Q.tà**

Il contenuto di ciascuna colonna è descritto come segue:

**Colonna "Posizione".** La presente colonna contiene il numero di indice richiamato sulla illustrazione in cui è mostrato il gruppo o la parte.

**Colonna "No. Parte Ricambio".** La colonna con il codice parte contiene il codice assegnato da Nuovo Pignone a ciascun particolare.

I codici Nuovo Pignone (codificazione dei materiali) sono basati su un sistema di cifre e lettere:

1) Parti delle Macchine:

- **Sxx+5 o 7 cifre**

La 2a lettera si riferisce al tipo di macchina costruito da NP (turbina a gas, a vapore, compressore assiale, centrifugo, reciproco, ecc.):

M = turbine a gas

E = prodotti speciali del settore Ricerca & Sviluppo (R&D)

S = compressori centrifughi

La 3a lettera si riferisce alla qualità del materiale. Ad esempio:

R = acciaio inox

O = distinta di materiali eterogenei

ecc.

la documentazione tecnica che genera questo codice materiale può essere un disegno, una specifica oppure (raramente) una ITN (nota tecnica interna).

Ad esempio:

SMO 1734239: Componente della turbina a gas (M) con distinta di materiali eterogenei (O). Questo è il codice usuale per un gruppo.

2) Parti comuni:

- **Rxx+5, 7 o 9 cifre**

Questo codice si riferisce a parti commerciali che possono essere comuni a tutti i tipi di macchine NP (es.: viti, molle, spine ecc.).

La 2a lettera indica il tipo di prodotto, la 3a lettera si riferisce alla qualità del materiale.

La documentazione tecnica che genera questo codice materiale può essere un disegno, una specifica oppure una ITN (nota tecnica interna).

Ad esempio:

RPR 47884: spina (P), acciaio inox (R)

3) Parti Standard:

**xxx+5 ÷ 9 cifre**

Questo codice si riferisce a parti commerciali e normalizzate che possono essere comuni a tutti i tipi di macchina NP (es: viti, molle, spine ecc.). La documentazione tecnica che genera questo codice materiale è solamente una ITN (nota tecnica interna).

Tutti i codici che differiscono da quelli sopra elencati si riferiscono a parti del Venditore che non rientrano nel sistema di numerazione delle parti NP.

4) **ZZZ999** indica un codice provvisorio.

**Colonna "Descrizione".** Questa colonna contiene dati descrittivi e altre informazioni eventualmente richieste per ciascuna parte identificata da un codice.

**Colonna "Quantità".** Il numero che compare nella colonna delle quantità è la quantità di pezzi richiesta in questa posizione. Altre voci che possono comparire nella colonna delle quantità sono le seguenti:

ALT: parte alternativa, può essere usata interscambiandola con altre parti correnti.

AR: le lettere "AR" (Secondo Necessità) si utilizzano quando non è possibile specificare accuratamente la quantità o selezione. Ad esempio: fili di bloccaggio, vernice, adesivo, parti soggette a riparazione.

DEL: Parte cancellata, non più richiesta in questa applicazione.

DSC: Non più utilizzata; la vecchia parte non deve più essere usata per questa applicazione.

NP: Non Procurabile. Non è possibile procurarsi la parte nella configurazione rappresentata dal codice indicato. Normalmente si fa riferimento al gruppo immediatamente superiore (NHA).

OPT: Parti fornite su richiesta.

REF: Le lettere "REF" indicano che la parte o gruppo è elencata ripetutamente, e che pertanto bisogna cercare la parte o gruppo in questione nella distinta d'assieme per trovare la quantità richiesta.

RPL: Parte che verrà sostituita da una configurazione successiva – vedi il documento di modifica quando applicabile.

RWK: Parte rilavorata (o modificata) e nuovamente identificata con un nuovo codice.

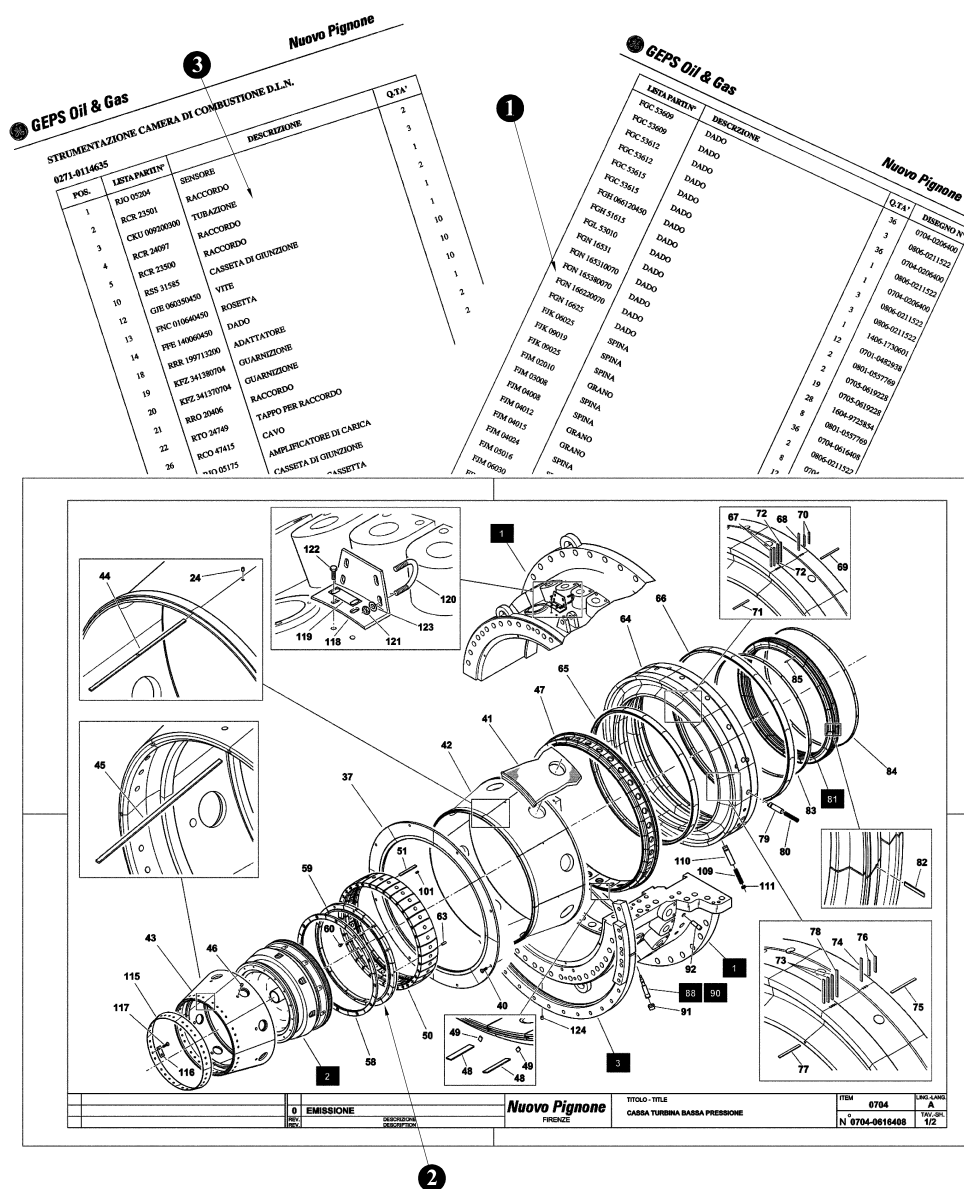
SPL: Speciale. Queste parti possono avere un uso ristretto a particolari applicazioni. Vedi il testo che segue all'elencazione delle parti nella distinta.

SUP: (PARTE SOSTITUITA) Le parti vecchie possono essere utilizzate fino a quando non si esaurisce la fornitura - poi si potranno utilizzare le parti nuove.



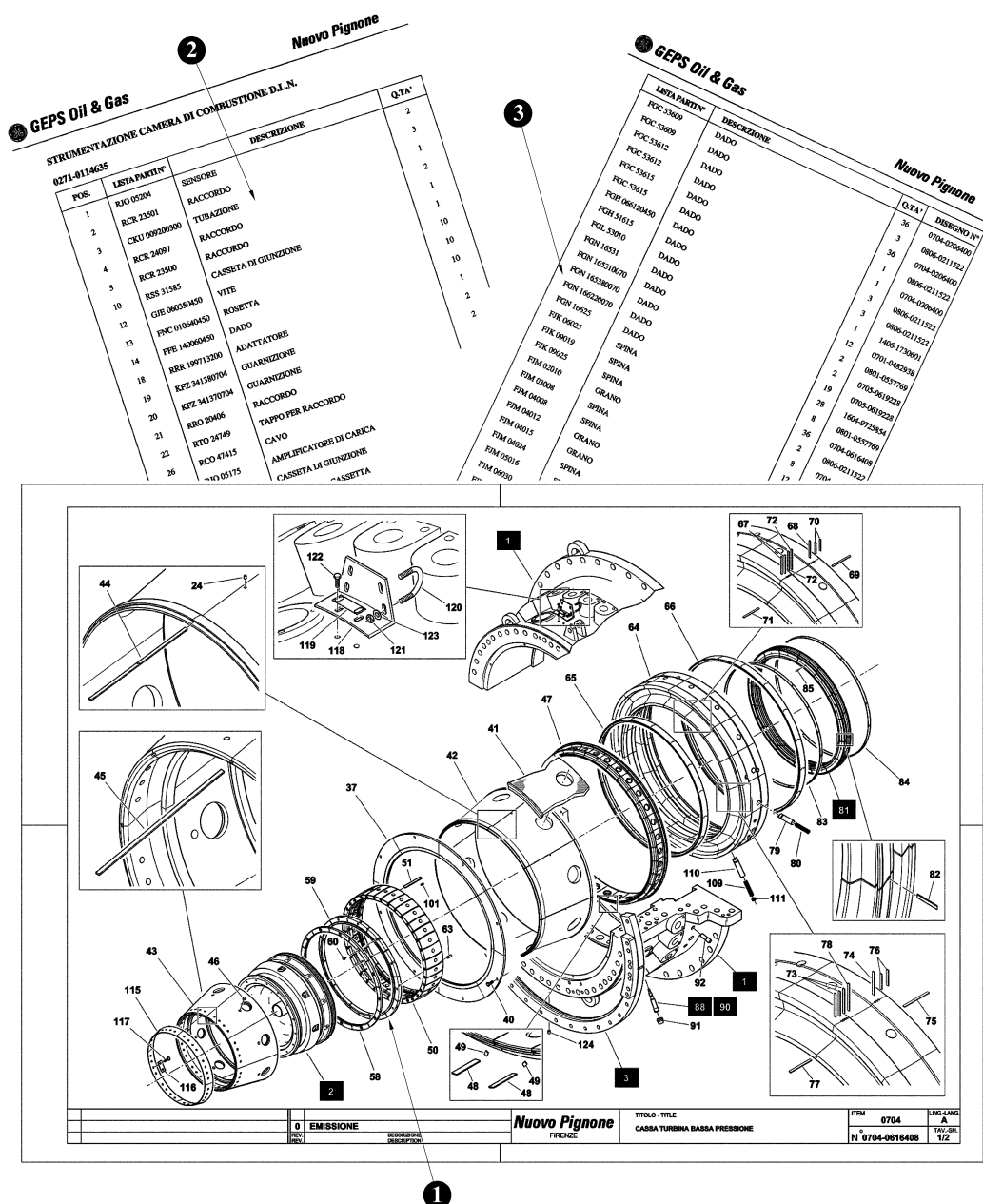
Come utilizzare la lista parti flangia-flangia quando è noto il Codice della parte di ricambio.

1. Quando è noto il codice della parte di ricambio, occorre consultare l'indice alfanumerico e trovare il codice richiesto. Prendere nota del numero di disegno e numero indice assegnato al codice stesso.
2. Andare alla figura avente il numero di disegno indicato e cercare nella distinta allegata il numero indice della parte di ricambio stessa.
3. Se si desidera una vista della parte o la sua posizione, utilizzare come riferimento lo stesso numero indice con cui la parte è identificata sull'illustrazione che accompagna la distinta.



Come utilizzare la lista parti flangia-flangia quando si ignora il codice della parte di ricambio.

1. Individuare la posizione del particolare sul disegno.
2. Cercare nella distinta il codice del particolare illustrato in figura, servendosi della posizione con cui lo stesso è richiamato in figura.
3. Controllare se il particolare è presente in altri disegni e controllare la quantità totale dello stesso, indicata nell'indice alfanumerico.



## 1.2 INDICE GENERALE

Please refer to G.T. PGT5/2 [GENERAL INDEX DWG.](#)

ITEM	DESCRIZIONE	LISTA PARTI	N° DISEGNO
0218	SISTEMAZIONE TERMOCOPPIA SPAZIO RUOTA 1°STADIO	<a href="#">SMO 0139500</a>	<a href="#">0218-0139500</a>
0229	SISTEMAZIONE STRUMENTAZIONE TERMOCOPPIA SPAZIO RUOTA 1°STADIO	<a href="#">SMO 0154602*</a>	<a href="#">0229-0154602*</a>
0232	SISTEMAZIONE TERMOCOPPIE DRENAGGI CUSCINI	<a href="#">SMO 0140206*</a>	<a href="#">0232-0147206*</a>
0513	BRUCIATORE GAS COMBUSTIBILE	<a href="#">SMO 0404115*</a>	<a href="#">0513-0404112*</a>
0543	SISTEMAZIONE RIVELATORI B.P.	<a href="#">SMO 0084901*</a>	<a href="#">0543-0084901*</a>
0544	VALVOLA REGOLAZIONE E BLOCCO GAS COMBUSTIBILE	<a href="#">SMO 1556021*</a>	<a href="#">0544-1556006*</a>
0546	SISTEMAZIONE RIVELATORI MAGNETICI A.P.	<a href="#">SMO 0084801*</a>	<a href="#">0546-008480*</a>
0547	COMANDO UGELLI 2° STADIO	<a href="#">SMO 0201808*</a>	<a href="#">0547-0201808*</a>
0701	CAMERA DI COMBUSTIONE	<a href="#">SMO 0479001*</a>	<a href="#">0701-0479001*</a>
0702	CONVOGLIATORE GAS - DISEGNO D'INSIEME	<a href="#">SMO 0653000</a>	<a href="#">0702-0653000</a>
0702	CONVOGLIATORE GAS	<a href="#">SMO 0683151</a>	<a href="#">0702-0683151</a>
0703	CAMICIA E CAPPELLO	<a href="#">SMO 0472404*</a>	<a href="#">0703-0472404*</a>
0705	CASSA TURBINA COMPLETA	<a href="#">SMO 0619603</a>	<a href="#">0705-0606800</a>
0706	CASSA SCARICO TURBINA – COIBENTAZIONE E MONTAGGIO	<a href="#">SMO 0606702</a>	<a href="#">0706-0606501</a>
0706	CASSA SCARICO TURBINA	<a href="#">SMO 0606510</a>	<a href="#">0706-0606501</a>
0714	CASSA INTERMEDIA TURBINA	<a href="#">SMO 0610400</a>	<a href="#">0714-0610400</a>
0745	SISTEMAZ. TAPPO BOROSCOPICO	<a href="#">SMO 1414801</a>	<a href="#">0745-1414801</a>
0801	INSIEME CASSA ENTRATA ARIA E BEARING N° 1	<a href="#">SMO 0590037</a>	<a href="#">0801-0590037</a>
0805	CASSA SCARICO COMPRESSORE ASSIALE (DISEGNO D'INSIEME)	<a href="#">SMO 9730815</a>	<a href="#">0805-0553100</a>
0812	CASSA INGRESSO ARIA	<a href="#">SMO 9726948</a>	<a href="#">0812-0590038</a>
1214	CANDELA DI ACCENSIONE	<a href="#">SMO 0480700*</a>	<a href="#">1214-0480700*</a>
1301	KIT PALETTE FISSE - A	<a href="#">SMO 9728344</a>	<a href="#">1301-0831213</a>
1301	KIT PALETTE FISSE - B	<a href="#">SMO 9728318</a>	<a href="#">1301-0831213</a>
1302	ROTORE COMPRESSORE A.P.	<a href="#">SMO 1435221</a>	<a href="#">1302-1120513</a>
1308	ROTORE BASSA PRESSIONE	<a href="#">SMO 1180413</a>	<a href="#">1308-1180404</a>
1401	ASSIEME UGELLI 1°STADIO	<a href="#">SMO 1734100</a>	<a href="#">1401-1727000</a>
1403	INSIEME ANELLO SUPPORTO UGELLI 1° STADIO	<a href="#">SMO 0075300</a>	<a href="#">1403-0075300</a>
1405	ASSIEME UGELLI 2°STADIO	<a href="#">SMO 1726905</a>	<a href="#">1405-1726900</a>
1502	INSIEME CUSCINO N° 2	<a href="#">SMO 9728340</a>	<a href="#">1502-1516805</a>

ITEM	DESCRIZIONE	LISTA PARTI	N° DISEGNO
1503	INSIEME CUSCINO N°3	<a href="#">SMO 9728691</a>	<a href="#">1503-1518207</a>
1504	INSIEME CUSCINO N°4	<a href="#">SMO 9726967</a>	<a href="#">1504-1523043</a>
1507	INSIEME CUSCINO REGGISPINTA A.P.	<a href="#">SMO 1517004</a>	<a href="#">1507-1517000</a>
1508	INSIEME CUSCINO REGGISPINTA B.P.	<a href="#">SMO 1518104</a>	<a href="#">1508-1518100</a>
1509	CASSA CUSCINO PORTANTE	<a href="#">SMO 1523277</a>	<a href="#">1509-49677</a>
1604	BULLONERIA E SPINE RELATIVE ALLA CASSA TURBINA	<a href="#">SMO 0389051</a>	<a href="#">1604-0078406</a>
1604	BULLONERIA E SPINE NON RELATIVE ALLA CASSA TURBINA	<a href="#">SMO 9860620</a>	<a href="#">1604-0078406</a>
1612	CONVOGLIATORE DI ASPIRAZIONE	<a href="#">SMO 34681</a>	<a href="#">1612-34557</a>
1625	CONVOGLIATORE DI SCARICO	<a href="#">SMO 0874300*</a>	<a href="#">1625-35405*</a>

### **NOTA**



\*= ITEM PRESENTE NELLA COMMESSA D' ORIGINE 1601508.

## 1.3 INDICE NUMERICO

[SEZIONE C](#)

## 1.4 INDICE ALFABETICO

[SEZIONE D](#)

# Manuale d'uso e manutenzione

## TURBINA A GAS PGT5/2

### Volume 4

## APPARECCHIATURE AUSILIARIE E STRUMENTAZIONE

---

Cliente:	THERMASTER CENTRALE CO/GEN VARESE
Località Impianto:	VARESE (ITALY)
Impianto:	CENTRALE COGENERAZIONE DI VARESE
GE O&G Job:	1731334 (SERIAL NUMBER G09097)

---



## INDICE

<b>1</b>	<b>APPARECCHIATURE AUSILIARIE E STRUMENTAZIONE</b>
1.1	SISTEMA DISPOSITIVI DI CONTROLLO E PROTEZIONE TURBINA

# 1 – APPARECCHIATURE AUSILIARIE E STRUMENTAZIONE

Sezione

Pagina

1.1	SISTEMA DISPOSITIVI DI CONTROLLO E PROTEZIONE TURBINA.....	3
-----	--	---



## 1.1 SISTEMA DISPOSITIVI DI CONTROLLO E PROTEZIONE TURBINA

CODICE NP	STRUMENTO	DESCRIZIONE	NP TAG	PUBBLICAZIONE
RTO63678 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. MANDATA COMPR. ASSIALE <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	CT-DA	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63747 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA PRIMA 1 STADIO (INTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS1FI-1	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63747 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA PRIMA 1 STADIO (INTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS1FI-2	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63764 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA PRIMA 1 STADIO (ESTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS1A0-1	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63764 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA PRIMA 1 STADIO (ESTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS1A0-2	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63764 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA PRIMA 2 STADIO (INTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS2FO-1	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63764 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA PRIMA 2 STADIO (INTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS2FO-2	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63763 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA DOPO 2 STADIO (ESTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS2A0-1	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO63763 ITN66521	TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TEMP. INTERSPAZI RUOTE TURBINA DOPO 2 STADIO (ESTERNA) <i>THERMOENGINEERING</i> TYPE: K	TT-WS2A0-2	<a href="#">THERMOENGINEERING</a>
RTO74046 SOM14463	SENSORE DI VELOCITA'	SENSORE DI VELOCITA' MAGNETICO (GENERATORE DI GAS) <i>AI-TEK</i> TYPE: 70085.1010.249	77HC-1	<a href="#">AI-TEK MANUAL</a>
RTO74046 SOM14463	SENSORE DI VELOCITA'	SENSORE DI VELOCITA' MAGNETICO (GENERATORE DI GAS) <i>AI-TEK</i> TYPE: 70085.1010.249	77HT-1/2	<a href="#">AI-TEK MANUAL</a>
RRO52961 SOM14463	SENSORE DI VELOCITA'	SENSORE DI VELOCITA' MAGNETICO (TURBINA DI POTENZA) <i>AI-TEK</i> TYPE: 70085.1010.332	77LC-1/2	<a href="#">AI-TEK MANUAL</a>
RRO52961 SOM14463	SENSORE DI VELOCITA'	SENSORE DI VELOCITA' MAGNETICO (TURBINA DI POTENZA) <i>AI-TEK</i> TYPE: 70085.1010.332	77LT-1/2	<a href="#">AI-TEK MANUAL</a>
RAO00062 RA-00062	SENSORE SISMICO	SENSORE SISMICO DI VIBRAZIONI CAPPELLO CUSCINO 1 <i>METRIX</i> TYPE: 5485C-06	39V-1	<a href="#">M8109 Rev.H</a>

CODICE NP	STRUMENTO	DESCRIZIONE	NP TAG	PUBBLICAZIONE
RAO00062 RA-00062	SENSORE SISMICO	SENSORE SISMICO DI VIBRAZIONI CAPPELLO CUSCINO 4 <i>METRIX</i> TYPE: 5485C-06	39V-2	<a href="#">M8109 Rev.H</a>

# Manuale d'uso e manutenzione

**TURBINA A GAS  
PGT5/2**

**Volume 5**

**DISEGNI DI RIFERIMENTO  
ALLA COMMESSA**

---

Cliente:	THERMASTER CENTRALE CO/GEN VARESE
Località Impianto:	VARESE (ITALY)
Impianto:	CENTRALE COGENERAZIONE DI VARESE
GE O&G Job:	1731334 (SERIAL NUMBER G09097)

---



## INDICE

<b>1</b>	<b>DISEGNI DI RIFERIMENTO ALLA COMMESSA</b>
1.1	DISEGNI E DOCUMENTI DI PROGETTO

# 1 - DISEGNI DI RIFERIMENTO ALLA COMMESSA

Sezione		Pagina
1.1	DISEGNI E DOCUMENTI DI PROGETTO.....	3

## 1.1 DISEGNI E DOCUMENTI DI PROGETTO

POS.	TITLE	DRAWING N°
1	DATI TECNICI TURBINA PGT5/2	<a href="#">SOM6774796</a>
2	PIANO CONTROLLO QUALITA'	<a href="#">SOM6631784</a>
3	LISTA CERTIFICATI	<a href="#">SOM6755639</a>
4	SCHEMA ALLINEAMENTO PGT5 BIALBERO	<a href="#">SOM02352</a>
5	SCHEMA SOLLEVAMENTO UNITA' TURBINA	<a href="#">SOM5086225</a>

### NOTA



IL PRESENTE MANUALE CONTIENE ED È STATO SVILUPPATO UTILIZZANDO UN INSIEME DI DOCUMENTI E DISEGNI IN CORSO DI VALIDITÀ ALLA DATA DI PUBBLICAZIONE DEL PRESENTE MANUALE. REVISIONI SUCCESSIVE A TALI DOCUMENTI E DISEGNI SARANNO GESTITE ATTRAVERSO IL VDR COME DEFINITO DALLE CONDIZIONI E TERMINI CONTRATTUALI APPLICABILI. IN CASO DI CONFLITTO TRA LE REVISIONI DEI DOCUMENTI CONTENUTE NEL MANUALE E QUELLE PRESENTI A VDR, PREVARRÀ QUEST'ULTIMO.