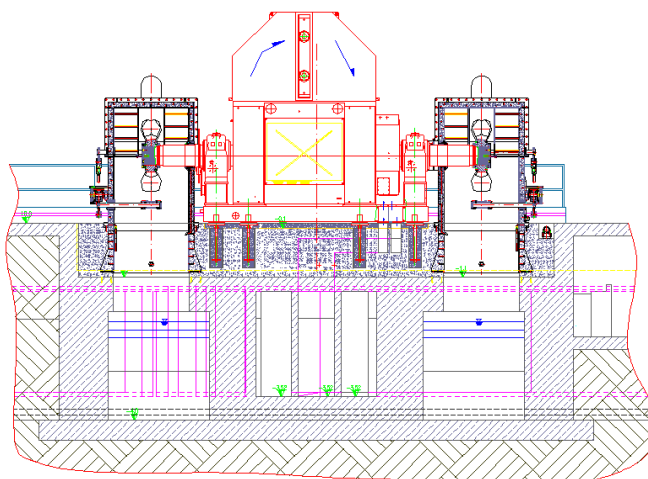
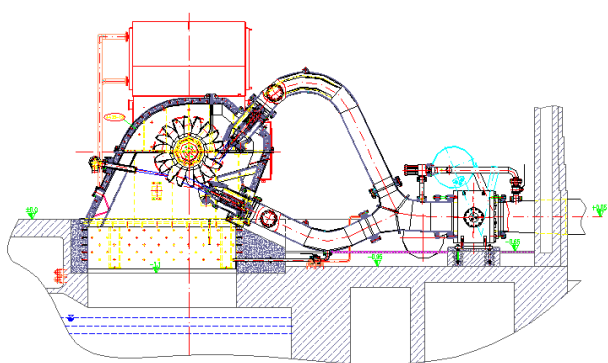


*Descrizione tecnica e istruzioni per la manutenzione*

per la centrale idroelettrica di  
Fenestrelle



**GEPPERT**  
WASSER TURBINEN + MASCHINEN BAU

**Geppert GmbH**

Breitweg 8-10b, A-6060 Hall in Tirol

Fax +43-5223/57788-2, Tel. +43-5223/57788-0

E-Mail: [office@geppert.at](mailto:office@geppert.at) Internet: <http://www.geppert.at>



Edizione: 2009

Curatore: Marthe Thomas

N. Z: 4425

## Indice

<b>Descrizione tecnica e istruzioni per la manutenzione.....</b>	<b>1</b>
<b>Indice .....</b>	<b>2</b>
<b>Dati tecnici.....</b>	<b>4</b>
<b>Descrizione dell'impianto.....</b>	<b>5</b>
<b>Componenti dell'impianto.....</b>	<b>7</b>
Cassa turbina: .....	7
Valvola a saracinesca principale: .....	7
Girante:.....	8
Distributore.....	10
Condotta di riempimento e frenatura .....	10
Raffreddamento della girante .....	12
Raccordo a gomito superiore dell'ugello.....	13
Raccordo a gomito inferiore dell'ugello .....	13
Condotta di scarico.....	14
Ugelli .....	14
Generale .....	14
Dati tecnici .....	15
Principio di funzionamento .....	16
Istruzioni per la manutenzione .....	17
Componenti ugello .....	19
Tagliente tegoli.....	21
Tegoli deviatori .....	22
Labirinto: .....	23
Sensore fuori giri .....	23
Centralina oleodinamica.....	24
Sistema di lubrificazione a olio.....	24
Cilindro idraulico per la regolazione del tegolo.....	25
<b>Norme di sicurezza:.....</b>	<b>26</b>
Misure di sicurezza: .....	27
<b>Messa in esercizio:.....</b>	<b>28</b>
<b>Manutenzione:.....</b>	<b>30</b>
Montaggio dei dispositivi.....	31
Generale .....	31
Sistema idraulico .....	31
Precompressione a gas serbatoio idraulico.....	32
Tronchetto .....	32
Tegoli deviatori .....	32
Controlli visivi e funzionali.....	32
Cuscinetti a strisciamento.....	33
Corpi estranei .....	33
Logorio .....	33
Girante .....	35

Controllo della girante Pelton in esercizio .....	36
Il procedimento a polvere magnetica per la verifica delle giranti Pelton .....	38
Procedimento di penetrazione per l'ispezione della superficie delle giranti Pelton ..	39
<i>Revisione e montaggio:</i> .....	<b>41</b>
<b>PRECAUZIONI</b> .....	<b>41</b>
<i>Indicazioni di montaggio:</i> .....	<b>42</b>
<i>Indicazioni in caso di emergenza</i> .....	<b>44</b>
Incendio: .....	44
Misure di primo soccorso in caso di incidenti con corrente elettrica.....	45
<i>Intervalli di ispezione e manutenzione Turbina:</i> .....	<b>46</b>



### *Dati tecnici*



**Marca:** Geppert

**Modello:** PP 110

Riferimento	Dimensioni	UM	Note
Portata nominale	4x1600	l/sec	
Salto netto	278	m	
Dimensione condotta forzata	1600	mm	
Potenza nominale macchina	4x3932	kW	
Numero giri turbina	600	1/min	
N. pale	18	pz.	
Diametro getto	1100	mm	
Larghezza pala	375	mm	
N. ugelli	2	pz.	
Segnale uscita sistema posizionamento ugello	4-20	mA	
Diametro cilindro ugello	140	mm	
Diametro stelo pistone ugello	63	mm	
Corsa nominale cilindro ugello	110	mm	
Diametro cilindro tegolo deviatore	125	mm	
Diametro stelo pistone tegolo deviatore	80	mm	
Corsa nominale cilindro tegolo deviatore	160	mm	

## *Descrizione dell'impianto*

Turbina Pelton a due ugelli ad asse orizzontale, che aziona un generatore sincrono trifase. L'impianto è costituito da due gruppi macchina, ciascuno con due macchine.

Su una linea d'alberi sono quindi disposti due turbine e un generatore. La girante è montata direttamente sull'estremità dell'albero del generatore; i cuscinetti del generatore sopportano quindi anche il carico assiale della girante.

Il fissaggio è realizzato mediante un giunto ad iniezione d'olio. Sono quindi presenti solo due punti di supporto.

La turbina è provvista di un tegolo deviatore per ciascun ugello.

I tegoli sono azionati per mezzo di un cilindro idraulico che, mediante leva e biella di collegamento, controlla entrambi i deflettori.

Il cilindro serve esclusivamente per orientare verso l'esterno e mantenere in posizione i due deflettori, mentre per orientarli verso l'interno viene utilizzata una molla di compressione a vite, in modo che in caso di arresto di emergenza non sia necessaria energia idraulica per arrestare la turbina.

La girante è in acciaio inossidabile. Il pezzo grezzo è stato fresato e levigato e lucidato a mano, in modo tale che le superfici idrauliche si avvicinino il più possibile al profilo teorico del flusso.

Ugelli e tegoli deviatori sono controllati idraulicamente mediante un meccanismo di regolazione posto all'interno.

In direzione flusso dopo l'ingresso in sala macchine è posizionata una valvola a sfera con funzione di valvola a saracinesca principale. In questa posizione è disposta anche una condotta di riempimento per bilanciare la pressione quando la valvola a sfera è chiusa. In questo modo la valvola a sfera nell'apertura dell'ingresso turbina viene scaricata mediante l'acqua presente. In questo punto è anche posizionata - una per ciascuna macchina di entrambi i gruppi macchina - la deviazione per la frenatura a controgetto. Scopo di questo sistema di frenatura idraulica è ottenere un arresto più rapido dell'impianto.

Dopo la valvola a sfera è posizionato un distributore con tronchetto combinato. Questo è in grado di trasmettere le forze anche nell'asse della condotta.

Nel raccordo a gomito inferiore degli ugelli c'è un punto di scarico residuo per la condotta di alimentazione degli ugelli stessi.

Un controllore logico programmabile (PLC) rileva i parametri di funzionamento, come velocità, posizione degli ugelli, ecc. e quelli dei dispositivi di avvio e di arresto e di regolazione del flusso degli ugelli e del livello dell'acqua; i dati vengono analizzati dal PLC e trasformati in comandi che, mediante appositi dispositivi di controllo e regolazione, garantiscono il corretto funzionamento del gruppo macchina.

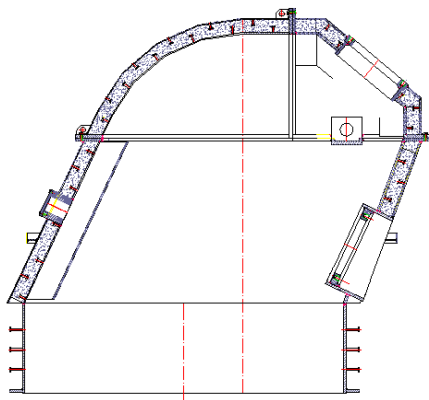
Tutte le parti rotanti sono progettate per sostenere una velocità pari a 1,8 volte la velocità nominale.

Una centralina idraulica controlla turbina, ugelli e tegoli deviatori.

Le componenti fondamentali dell'impianto a contatto con l'acqua sono costruite in materiale inossidabile o verniciate con prodotti specifici per garantire la migliore protezione contro la corrosione.

## *Componenti dell'impianto*

### Cassa turbina:



Struttura in acciaio saldata; per l'isolamento acustico riempimento degli interstizi con calcestruzzo;

in tre parti: carcassa con scafo sommerso saldato e 2 calotte di accesso. Lo scafo sommerso è provvisto di perni saldati per l'ancoraggio alla fondazione. Il vantaggio delle calotte è che, quando si lavora alla girante o ad altre parti della turbina, possono essere rimosse facilmente e i lavori possono essere effettuati sia dal lato canale di scarico che dall'alto.

### Valvola a saracinesca principale:

Marca: Geppert  
Modello: Valvola a sfera  
DN600 PN40

Per ulteriori dettagli consultare la documentazione relativa alla valvola a sfera contenuta nella documentazione del sistema idraulico.

Girante:

La girante è stata sottoposta a fresatura, levigatura e lucidatura.

18 pale,  $l = 375\text{mm}$  (larghezza pale),

Diametro getto = 1100 mm,

Materiale: 1.4313 V1.

.

Il materiale scelto presenta eccezionale resistenza all'abrasione e elevata resilienza. La girante è stata costruita con processi all'avanguardia e secondo le più moderne tecniche in materia di macchine fluidodinamiche e costruzioni idrauliche.

La girante è stata progettata con sistemi CAD/CAM. Questo significa che le pale vengono fresate e levigate e lucidate a mano, in modo tale che le superfici idrauliche si avvicinino il più possibile al profilo teorico del flusso.

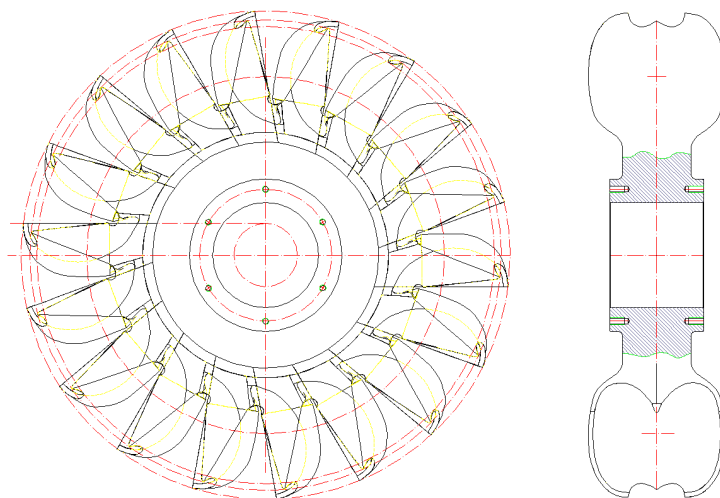
La girante è montata a sbalzo sull'albero del generatore e fissata mediante un giunto ad iniezione d'olio.

Il mozzo della girante viene allargato mediante pressione idraulica con una pompa a mano e calettato sull'albero del generatore per mezzo di un cilindro idraulico su una boccia conica in bronzo.

Le tabelle seguenti mostrano le aperture in base alle pressioni applicate per il montaggio delle singole giranti.

.

Girante turbina 1.1





Pompa assiale [bar]	Pompa radiale [bar]	Apertura [mm]
100	300	2,7
100	500	3,5
130	600	4,7
270	850	14,3

#### Girante turbina 1.2

Pompa assiale [bar]	Pompa radiale [bar]	Apertura [mm]
100	250	4,9
100	300	6,3
150	400	8,3
190	550	10,8
250	620	14,3
250	750	15,1
290	800	16

#### Girante turbina 2.1

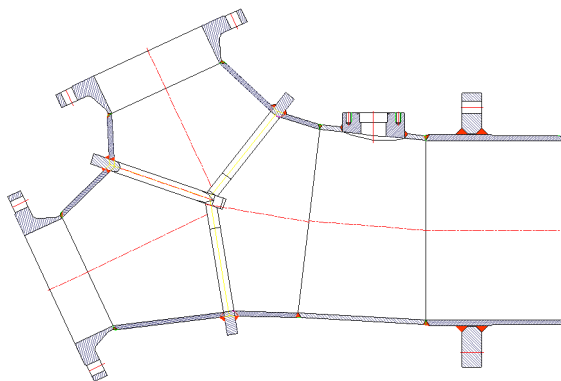
Pompa assiale [bar]	Pompa radiale [bar]	Apertura [mm]
80	250	5,5
120	350	8,5
180	500	13
220	650	15,5
280	700	17,5

#### Girante turbina 2.1

Pompa assiale [bar]	Pompa radiale [bar]	Apertura [mm]
80	280	5
120	300	7
180	450	11
220	600	15
280	720	17

La girante è montata sull'albero del generatore. I supporti sono costituiti da cuscinetti a strisciamento: lubrificazione a olio e monitoraggio termico.

### Distributore

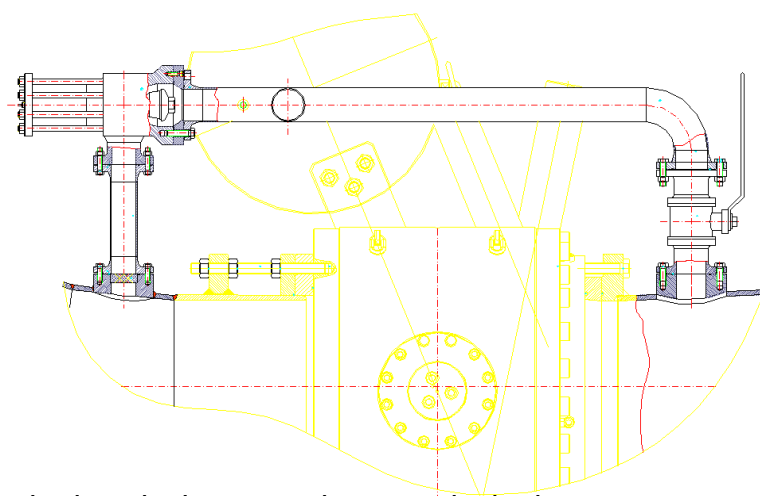


Il distributore è costituito da singoli segmenti saldati; il materiale utilizzato è S235JRG2.

Il materiale della falce (pala) è S355JRG2, altamente resistente per sopportare le enormi sollecitazioni cui è sottoposta questa parte.

Con bocchettoni di misura e collettore condotta di riempimento

### Condotta di riempimento e frenatura

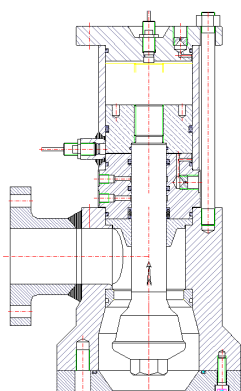


Per garantire che la valvola a saracinesca principale venga aperta solo a pressione bilanciata, la valvola a saracinesca è bypassata con una condotta di riempimento. In un processo di avvio il controllo della centrale elettrica apre innanzitutto l'otturatore a

spina. Quando si raggiunge una determinata differenza di pressione a monte e valle della saracinesca, la valvola si apre.

Se l'otturatore a spina comandato idraulicamente deve essere smontato, entra in funzione la saracinesca manuale. La condotta di riempimento viene quindi chiusa manualmente.

Otturatore a spina ad azionamento idraulico:

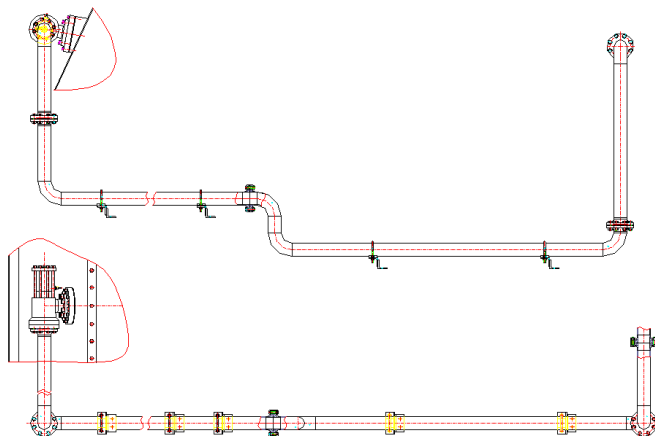


L'otturatore a spina ha la funzione di un cilindro idraulico. Al suo interno si trova un pistone con il rispettivo stelo, che funge contemporaneamente da organo di chiusura. A seconda di dove viene applicata la pressione idraulica si aprono e chiudono il pistone e lo stelo.

Otturatore ad azionamento manuale:

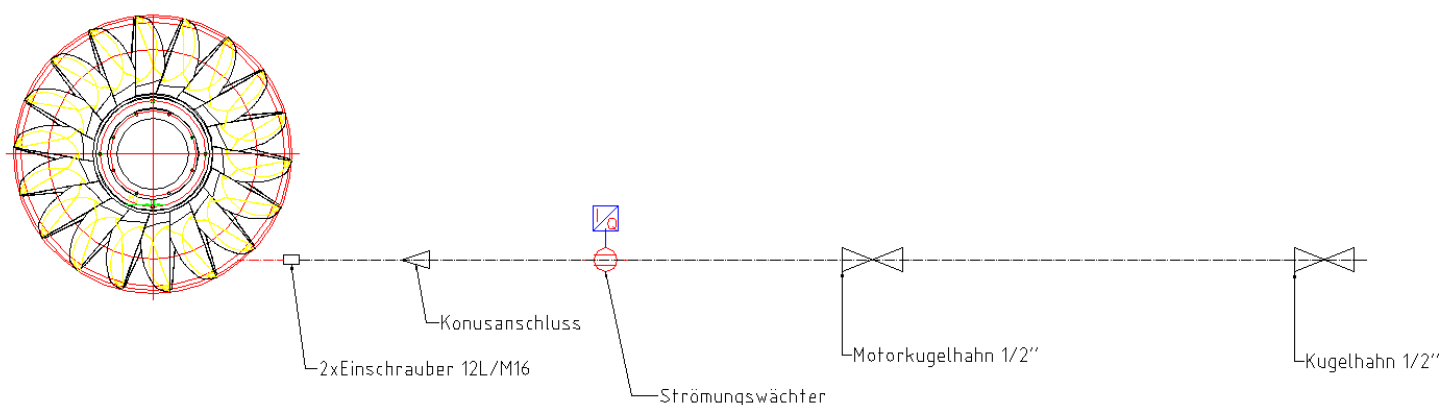
Modello: Valvola a sfera flangiata DN100 PN40 con volano  
lunghezza = 66mm

Ciascuna macchina di entrambi i gruppi macchina è provvista in questa posizione di una deviazione della condotta per la frenatura a controgetto.



La deviazione di frenatura serve per ridurre i tempi di arresto della macchina. Per il collegamento alla cassa su ciascuna delle due deviazioni è montato un otturatore a spina. Si tratta dello stesso tipo di otturatore a spina della condotta di riempimento.

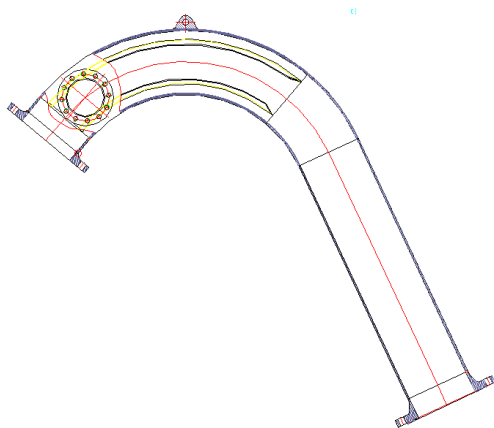
### Raffreddamento della girante



Sulla condotta di riempimento è prevista una derivazione per il raffreddamento della girante. Questa ha il compito di raffreddare la girante non alimentata, che si scalda per attrito con l'aria.

La condotta è costituita da un tubo idraulico del diametro  $d=15\text{mm}$ . Per il controllo della portata è previsto un regolatore di portata. Il raffreddamento è controllato mediante una valvola a sfera motorizzata incorporata. Dopo la derivazione è prevista una valvola a sfera manuale, che permette di chiudere la condotta in caso di lavori.

### Raccordo a gomito superiore dell'ugello

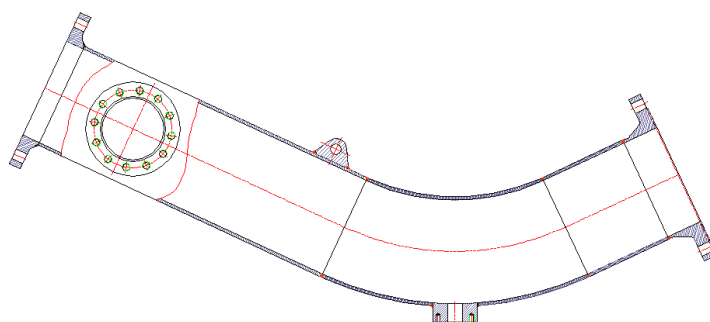


Il raccordo a gomito superiore dell'ugello è composto da singoli segmenti.

Si tratta quindi di una struttura saldata provvista di piastra di copertura.

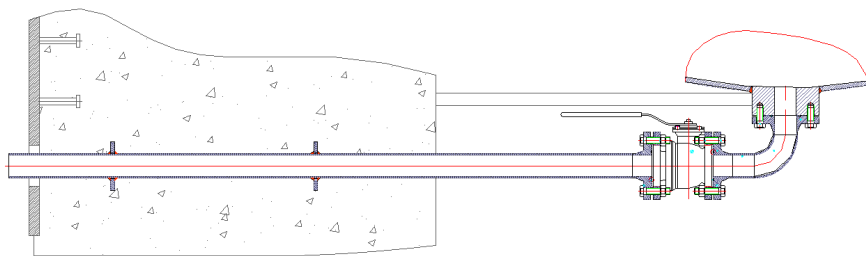
Materiale: S235JR

### Raccordo a gomito inferiore dell'ugello



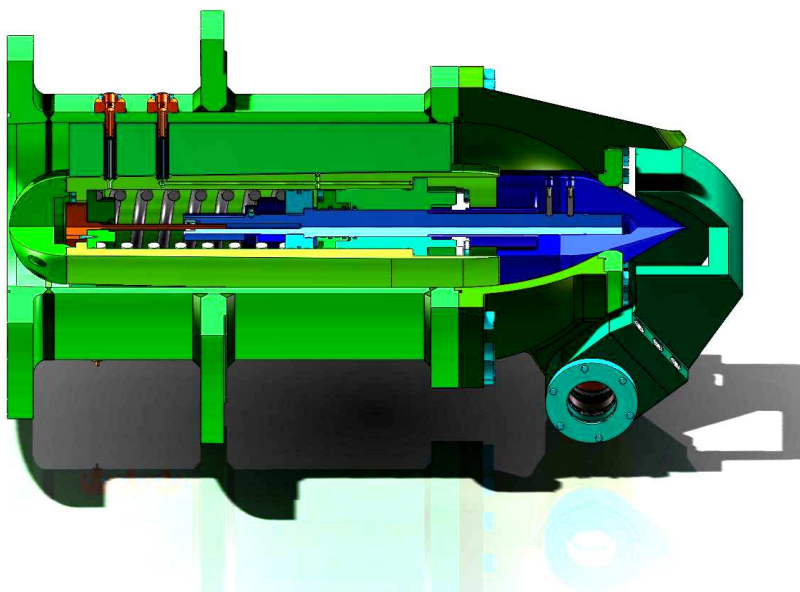
Anche il raccordo a gomito inferiore dell'ugello, come quello superiore, è una struttura saldata provvista di piastra di copertura.

Materiale: S235JR



La condotta di scarico è avvitata al raccordo a gomito inferiore dell'ugello. Dopo si trova una saracinesca manuale. La condotta di scarico viene utilizzata in caso di revisione per svuotare la condotta che porta agli ugelli. Porta direttamente al canale di scarico.

### Ugelli



### *Generale*

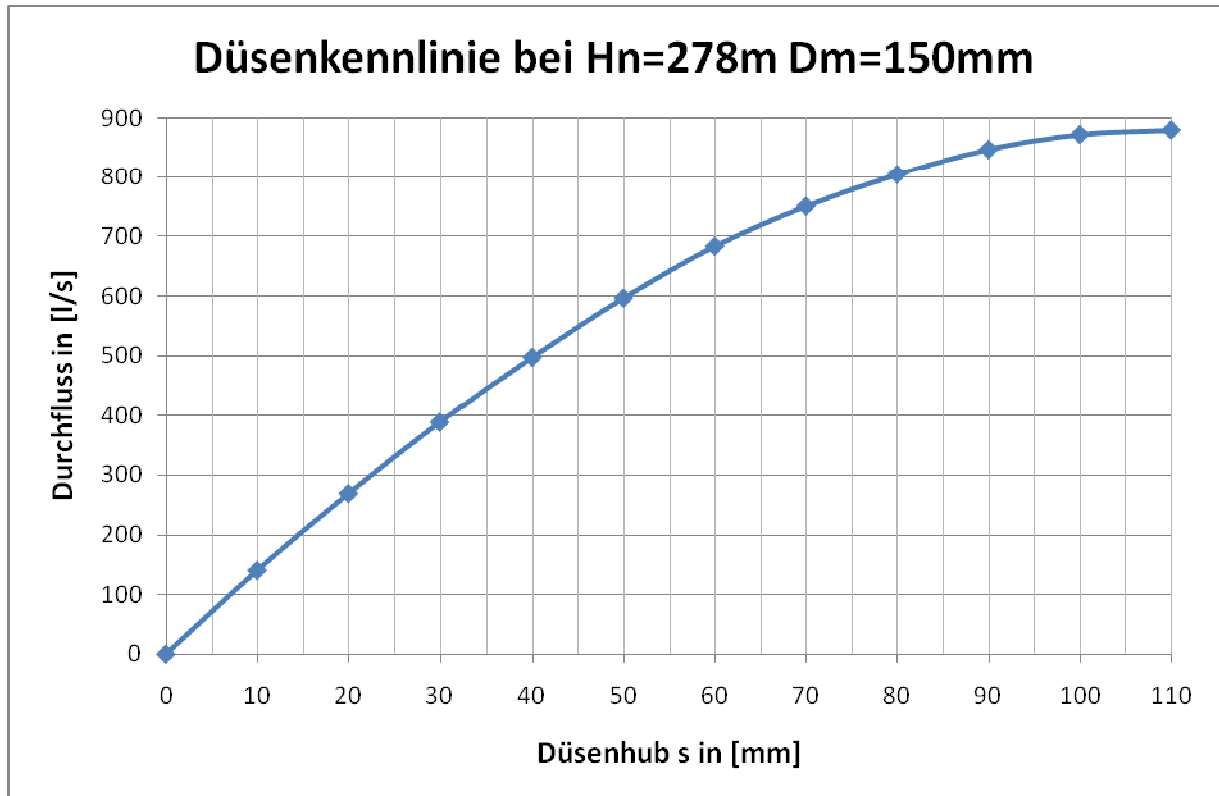
Il corpo dell'ugello viene azionato mediante un servo-cilindro integrato direttamente sotto alla spina nella via d'acqua. Si parla quindi di "ugello azionato internamente". Rispetto ad una disposizione tradizionale, in cui l'azionamento dell'ugello avviene dall'esterno mediante una biella che incrocia la via d'acqua, questa soluzione ha il

vantaggio di evitare una eccessiva turbolenza del moto fluido ottenendo quindi una miglior qualità del getto.

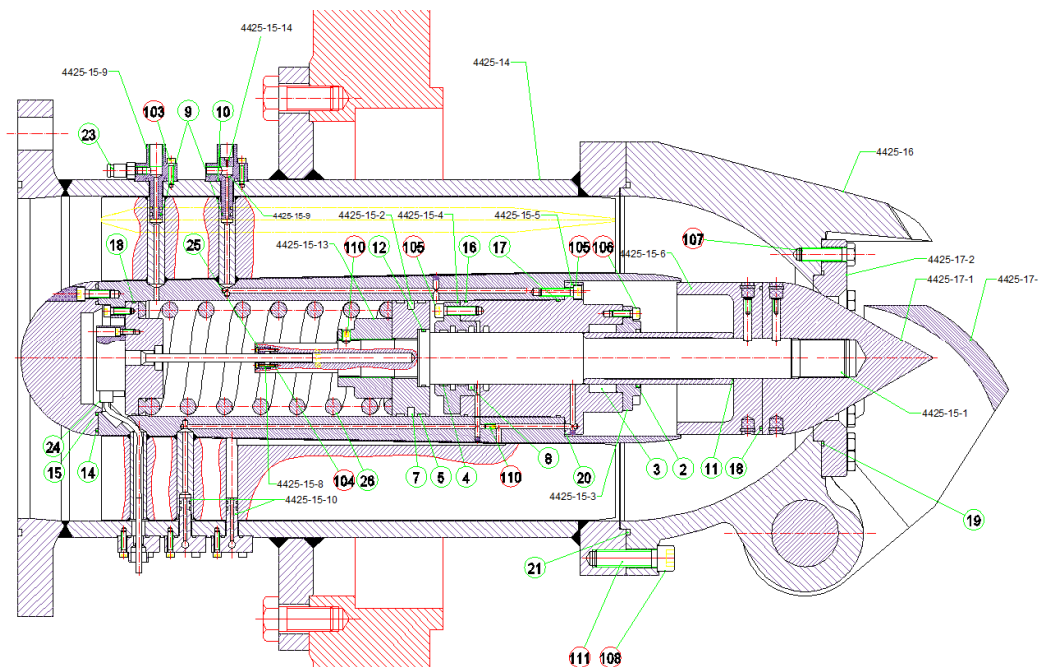
L'alloggiamento è in acciaio anti-ruggine che garantisce la miglior protezione contro la corrosione. La spina e il bocchello in X4CrNiMn13.4 con rivestimento supplementare in carburo di tungsteno offrono la massima resistenza all'abrasione. Particolare attenzione è stata prestata all'eventualità di perdite delle guarnizioni. Per evitare che dell'olio finisca nella via d'acqua è stato previsto uno scarico dall'alloggiamento degli ugelli per eventuali perdite della guarnizione lato acqua, che permette di verificare lo stato della guarnizione. Un'ulteriore scarico è stato previsto dietro le guarnizioni della biella del servo-cilindro. Anche qui è possibile verificare il corretto funzionamento delle guarnizioni oleopneumatiche. Controllando regolarmente la tenuta è possibile evitare che dell'olio pneumatico fuoriesca nella via d'acqua.

### *Dati tecnici*

Peso complessivo	650kg
Peso cassa	375kg
Peso cappello ugello	100kg
Diametro nominale	DN400
Diametro bocchello	150mm
Diametro spina	183mm
Diametro getto	118mm
Corsa	110mm
Pressione olio	80bar
Reazione elastica max	13,9kN
Forza di chiusura pressione acqua max	41,7kN
Spina ugello	1.4313V1
Bocchello ugello	1.4313V1
Cassa	1.4301
Segnale di uscita sistema posizionamento	4-20mA



## Principio di funzionamento

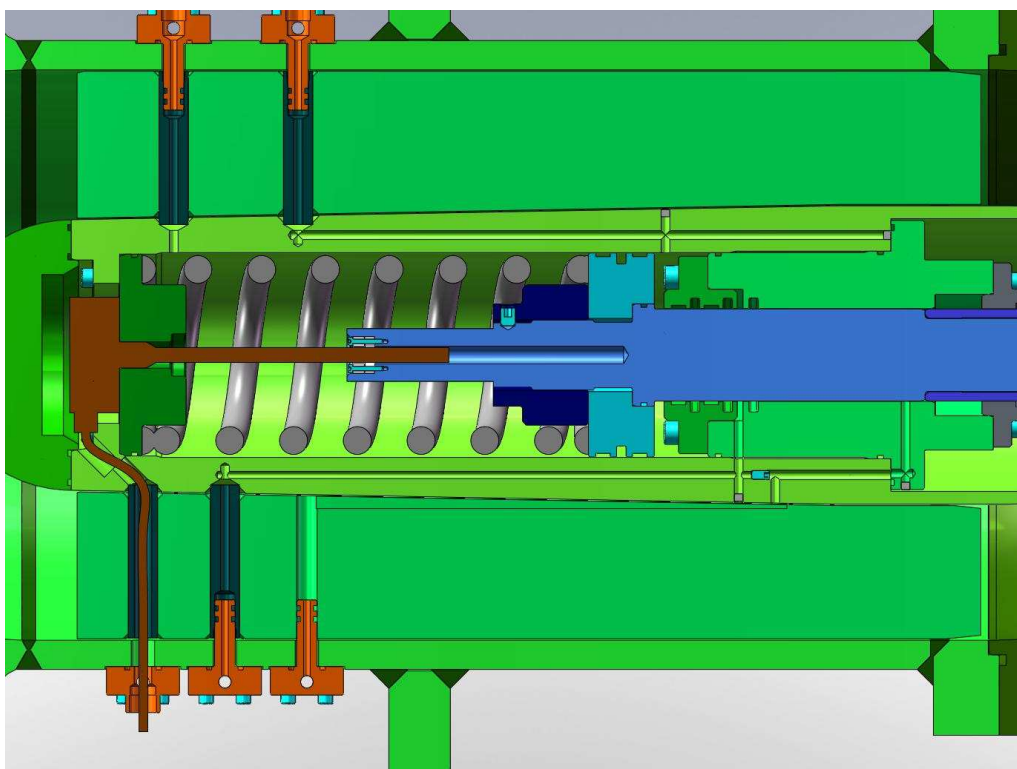


L'ugello è controllato da un servo-cilindro. Il posizionamento viene effettuato mediante il sistema di posizionamento integrato.(Pos.24) All'aumentare dell'apertura, la molla compensa le minori forze idrauliche e permette movimenti di posizionamento



a velocità pressoché costanti. Il movimento di chiusura avviene mediante pressione di serraggio permanente, che anche in posizione di chiusura comprime la spina per garantire la miglior tenuta possibile. Le forze idrauliche e la forza elastica agiscono in direzione di chiusura. **ATTENZIONE** il diaframma direttamente sul raccordo inferiore sull'ugello determina la velocità ed è quindi uno dei dispositivi di sicurezza più importanti di tutto l'impianto, che mantiene bassa la velocità anche in caso di guasto dell'idraulica e impedisce così colpi d'ariete nella condotta forzata.

Gli scarichi permettono di controllare stato delle guarnizioni dall'esterno. Questa soluzione evita inoltre che dell'olio pneumatico finisca nella via d'acqua.



### *Istruzioni per la manutenzione*

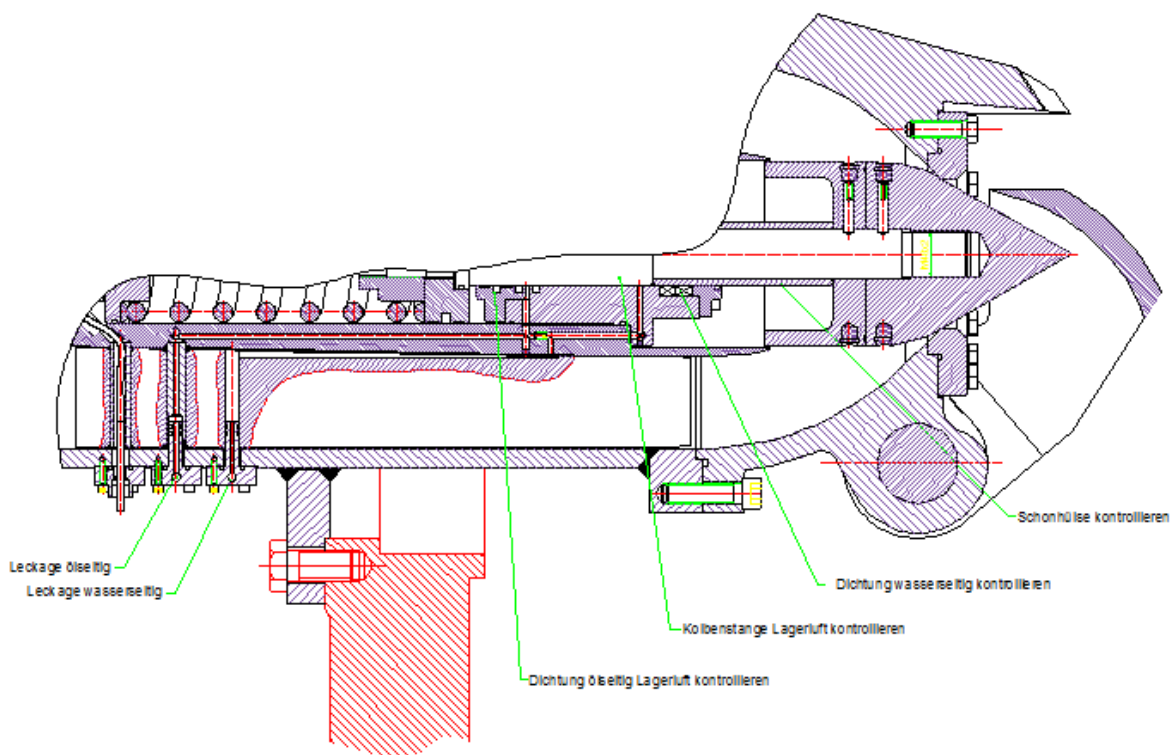
La guarnizione degli ugelli e i supporti dei tegoli sono stati progettati per non necessitare di manutenzione. E' tuttavia necessario controllare il corretto funzionamento delle componenti soggette ad usura e, se necessario, sostituirle. Per le guarnizioni lato olio e acqua (Pos. 3, 4) effettuare controlli regolari per verificare eventuali perdite (vedi Tabella). In caso di aumento di perdite anomale

sostituire le guarnizioni. Verificare anche i manicotti della guarnizione lato acqua e sostituirli se si rilevano tracce di usura.

Togliendo l'attacco del bocchello è possibile controllare il gioco dei cuscinetti dello stelo del pistone. In caso di gioco eccessivo sostituire gli anelli di guida nel pistone (Pos.5) e nello stelo e la guida anteriore con la distaffatrice. (Pos.2)

I tubi idraulici devono comunque essere sostituiti ogni dieci anni. Anche prima in caso di esposizione diretta ai raggi solari o comunque se in ambienti molto luminosi.

Bocchello dell'ugello, tegolo deviatore e spina dell'ugello devono essere sostituiti in caso di tracce evidenti di cavitazione. Un segnale è la perdita significativa di efficienza che è percettibile anche sulla girante stessa mediante usura.



	fase di rodaggio	ogni mese	ogni sei mesi	una volta all'anno	ogni 3 anni	ogni 5 anni	dopo 10 anni
Controllo guarnizione lato acqua (perdite)							
Controllo guarnizione lato olio (perdite)							
Gioco cuscinetti stelo							
Gioco cuscinetti albero tegolo deviatore							
Controllo spina ugello							
Controllo bocchello							
Tubi flessibili HY							
Sostituzione guarnizione lato acqua							
Sostituzione guarnizione lato olio							
Tagliente tegoli deviatori							
	Controllo						
	Sostituzione						

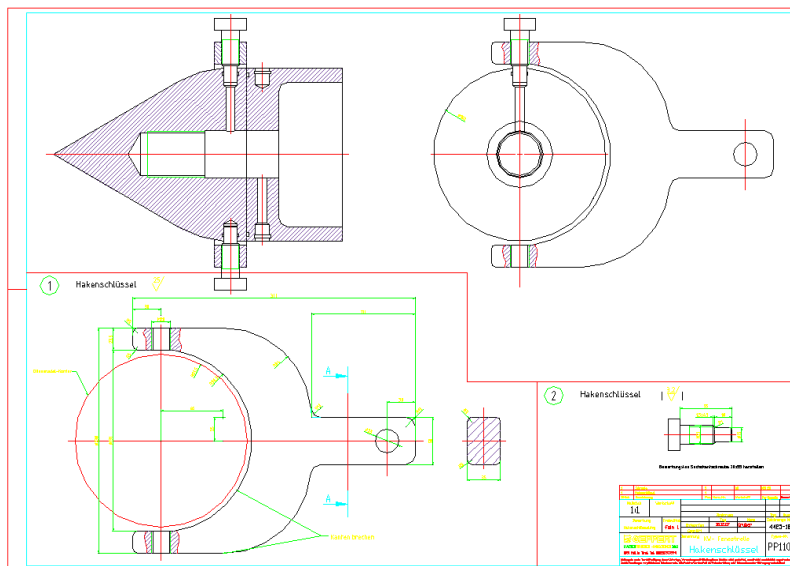
## **Componenti ugello**

### **Bocchello:**

L'attacco bocchello può essere svitato e sostituito direttamente togliendo la calotta della cassa. **ATTENZIONE:** la spina ugello è sempre sottoposta a una determinata forza di chiusura; depressurizzare questo circuito idraulico.

### **Spina:**

Anche la sostituzione della spina può essere effettuata a calotta aperta. E' necessario disattivare gli ugelli e togliere le calotte. Rimuovere la resina sintetica dai fori della spina e dell'asta della spina. Rimuovere la punta nell'estremità della spina. Con l'apposito strumento (vedi disegno sottostante) è ora possibile rovesciando lo stelo del pistone (attraverso i fori dell'asta della spina con la punta ancora inserita) svitare e sostituire l'estremità della spina.



### Guarnizioni, supporti delle guarnizioni, interno

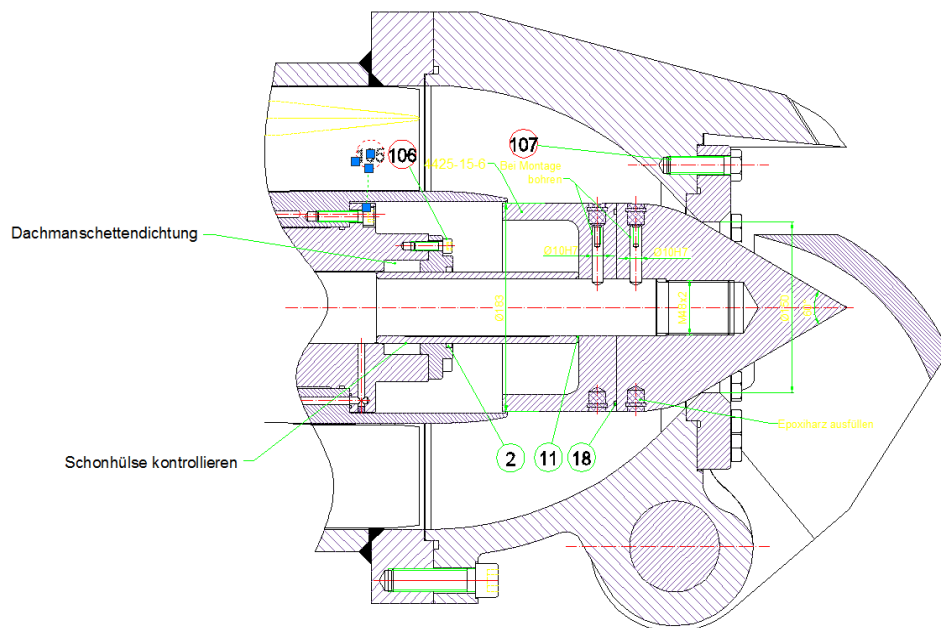
Rimuovere l'estremità della spina come sopra descritto. Allontanare e rimuovere la punta nell'asta della spina.

Allentare le viti a brugola pos. 4425-13-106; smontare la porzione di guida dello stelo del pistone con la distaffatrice inserita e sostituire la guarnizione a manicotto (lato acqua).

Rimuovere le fodere dello stelo pistone e sostituirle se necessario.

Allentare le viti a brugola pos. 4414-13-105; rimuovere e sostituire il supporto delle guarnizioni dello stelo.

Adesso lo stelo del pistone è libero; è quindi possibile rimuoverlo e se necessario sostituirlo.



## Sistema di posizionamento

Rimuovendo le aperture sulla curva a gomito si può accedere alla parte interna dell'ugello. Eliminare la resina sintetica, togliere

le viti a testa esagonale pos. 4425-13-100 e accedere al sistema di posizionamento.

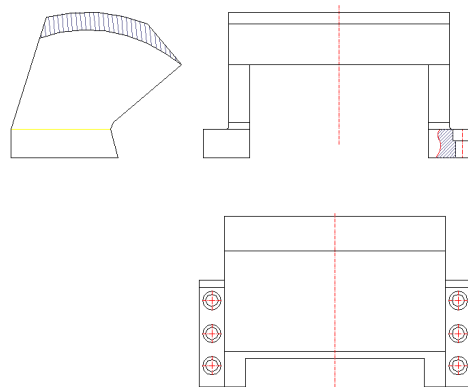
## Prima dello smontaggio

eliminare l'olio dal cilindro svitando i tubi idraulici flessibili per impedire la fuoriuscita di olio idraulico.

## Tagliente tegoli

I taglienti dei tegoli deviatori  
possono essere raggiunti dal  
canale di scarico e sostituiti facilmente.

Il materiale scelto per i taglienti è 1.4313 V1:  
di elevata resistenza all'abrasione, garantisce  
lunga durata.



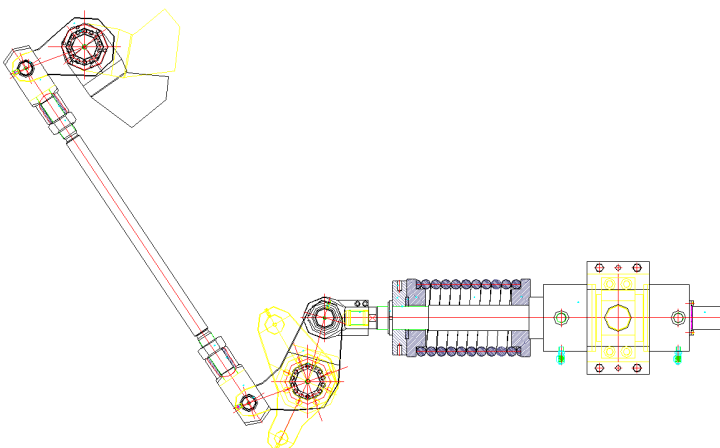
### Tegoli deviatori

La turbina è provvista di un tegolo deviatore per ciascun ugello in maniera da garantire un controllo più rapido ed efficiente in qualsiasi situazione, ad esempio arresto di emergenza, sincronizzazione, eccetera.

Come sopra accennato,  
le componenti del tegolo deviatore  
sono in materiale antiruggine  
a bassa  
usura.

L'azionamento del tegolo  
è controllato da un cilindro. Girando  
verso l'interno il cilindro idraulico

viene estratto mediante la molla di compressione elicoidale. Girando verso l'esterno il cilindro idraulico



viene represso e mantenuto in questa posizione. In caso di emergenza o in assenza di energia idraulica i tegoli vengono chiusi mediante la molla.

Il tegolo ha anche una funzione di emergenza: è in grado di deviare in pochi secondi l'energia dalla girante evitando così

- a) un numero di giro troppo elevato, e
- b) un ulteriore funzionamento del gruppo macchina.

Il tegolo è una componente sottoposta a carico estremamente elevato. Si tratta sostanzialmente di un tagliente, che al bisogno devia una parte più o meno consistente del getto direttamente nel canale di scarico, regolando così l'energia residua per la girante. Il tegolo deviatore interviene durante la fase di sincronizzazione, in caso di grosse modifiche di carico (brusco distacco di carico) e

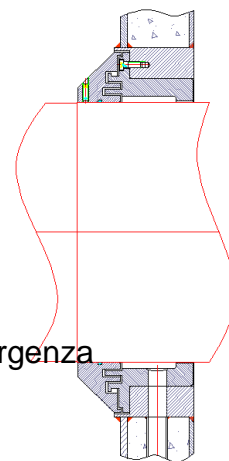
in caso di arresto di emergenza. In caso di richiesta di carico l'ugello si apre e il tegolo deviatore si gira. Il tegolo regola la frequenza fino a quando gli ugelli hanno raggiunto la posizione corrispondente al carico richiesto.

### Labirinto:

La tenuta dell'albero del generatore è garantita da un labirinto monostadio. Comprende un anello a labirinto fisso e uno mobile.

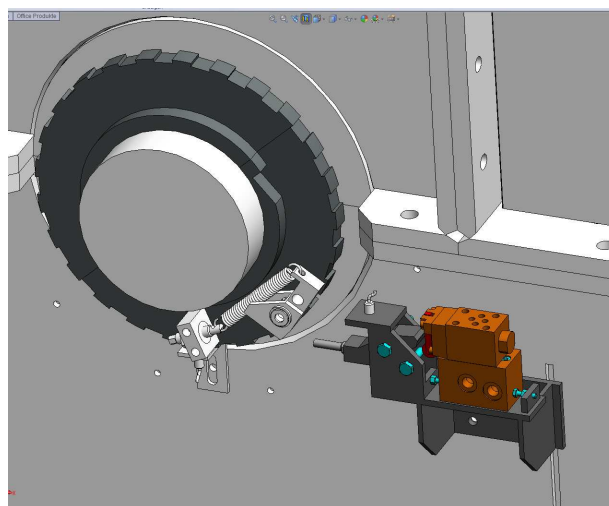
Se, in funzione, dovesse esserci acqua sulla cassa, potrebbe essere necessario stringere maggiormente il labirinto alla parete della cassa.

Una leggera perdita di acqua all'avviamento o in caso di arresto di emergenza è dovuta alla formazione di un forte vortice e non richiede alcun intervento.

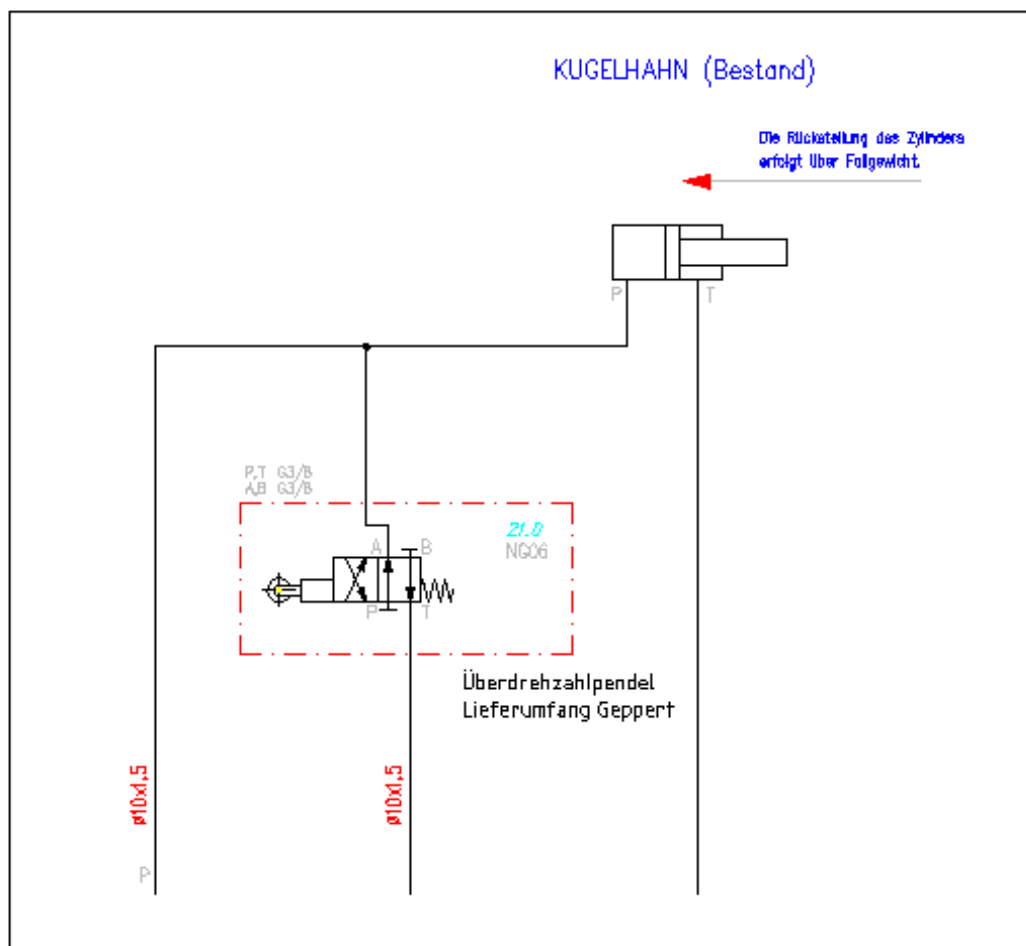


### Sensore fuori giri

Il sensore fuori giri messo in funzione dalla forza centrifuga aziona una valvola idraulica. Questa rilascia pressione dalla valvola a sfera che chiude mediante il contrappeso.



## Schaltschema Überdrehzahlpendel



### Centralina oleodinamica

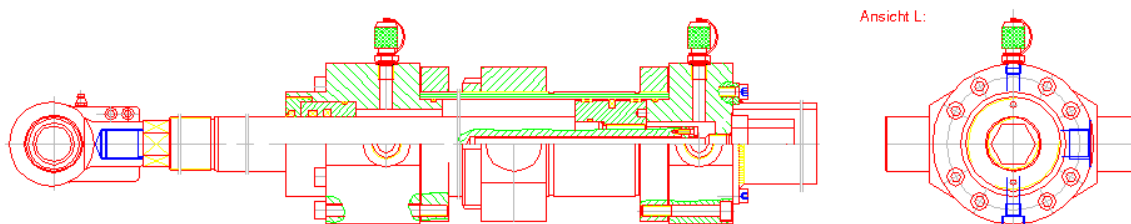
Per ulteriori dettagli consultare la documentazione relativa al sistema idraulico.

### Sistema di lubrificazione a olio

Per ulteriori dettagli consultare la documentazione relativa al sistema idraulico.



Cilindro idraulico per la regolazione del tegolo



Prodotto: Hypos

Modello: HD250-125/80-160-MT4

Caratteristiche:

Diametro cilindro:	125	mm
Diametro biella:	80	mm
Corsa:	160	mm
Pressione nominale:	250	bar
Fissaggio cilindro:	perno orientabile	
Estremità stelo pistone:	FILETTATURA M75x1.5	

realizzazione:

Senza smorzamento da entrambi i lati, con stelo speciale del pistone, raccordo Minimess, configurazione a basso attrito, completo di terminale TAPR 32 CE.

Sistema di posizionamento Balluff: BTL5-E17-M0165-B-S32

### *Norme di sicurezza:*



Prima di qualunque intervento verificare che il gruppo macchina sia fermo e che non possa accidentalmente riavviarsi o essere riavviato da terzi.

Una volta fermata la turbina premere il pulsante **NOT-AUS/ARRESTO DI EMERGENZA**; affiggere un cartello con scritto **"NON RIAVVIARE, SONO IN CORSO LAVORI DI MANUTENZIONE ALL'IMPIANTO!"**.

Chiudere la valvola a sfera manuale del bypass.

Verificare che la centralina idraulica non si avvii accidentalmente. Il modo più sicuro è quello di disattivare i dispositivi di protezione nei quadri elettrici ad armadio di ciascun gruppo macchina.

Per questo motivo i lavori all'impianto devono essere eseguiti solo da personale addestrato o da persone che abbiano la formazione e le competenze tecniche necessarie.

Interventi o modifiche anche di piccola entità effettuati in maniera non corretta possono causare problemi e portare alla rottura di parti ovvero componenti dell'impianto.



I lavori all'impianto elettrico devono essere eseguiti rispettando le direttive di sicurezza della ÖVE, l'associazione austriaca di standardizzazione per il settore elettrotecnico, in particolare:

- Scollegare tutti i poli
- controllare che non possano riattivarsi
- verificare l'assenza di tensione
- Mettere a terra e cortocircuitare
- Coprire le parti adiacenti sotto tensione e isolare le aree a rischio

*Misure di sicurezza:*

	Punto di rischio	Misura di sicurezza	Note
1	Lavori alla centralina idraulica	1. garantire che la pompa non sia in funzione 2. depressurizzare serbatoio	per il punto 1: Spegnerne interruttore protezione motore
2	Lavori all'impianto elettrico	Osservare le norme di sicurezza SEV  (regole dalle norme ÖVE, adattare le corrispondenti norme SEV)	1. scollegare tutti i poli 2. controllare che non possano ricollegarsi 3. verificare l'assenza di tensione 4. mettere a terra e cortocircuitare 5. coprire le parti adiacenti sotto tensione e isolare le aree a rischio
3	Lavori nell'area di azione della valvola a contrappeso	chiudere e mantenere chiusa la valvola	chiudere la valvola ed estrarre la spina in caso di valvola elettromagnetica
4	Lavori di manutenzione alla turbina - esterno	Spegnerne l'impianto e accertarsi che non si riavvii	(Premere il <b>pulsante Not-Aus/Arresto di emergenza</b> ) e affiggere apposito avviso sul quadro comandi
5	Lavori di manutenzione alla turbina - interno (es. ispezione ruota)	Adottare le precauzioni di cui al punto 3 e 4	consiglio: effettuare i lavori in due

6	Lavori con paranchi, carrelli utilizzando gru elettrica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rispettare la capacità massima di carico della gru</li> <li>2. utilizzare carrelli e paranchi idonei al carico e verificati periodicamente</li> <li>3. non sostare sotto carichi sospesi</li> </ol>	<p>i paranchi devono riportare in maniera indelebile il carico massimo ammissibile e la data dell'ultima revisione</p> <p>solo personale addestrato e con le necessarie certificazioni</p>
7	Regolazione distributore	stare distanti dal meccanismo quando in funzione	sono possibili improvvisi movimenti automatici
8	Apertura turbina per ispezione girante	adottare le precauzioni di cui al punto 5; evitare svergolamento delle pale	<p>in caso di valvola elettromagnetica 5.6 estrarre la spina oltre a blocco meccanico (eventualmente trave squadrata tra le pale)</p>

*Messa in esercizio:*



Non c'è molto da dire sul funzionamento dell'impianto dal punto di vista ingegneristico. Attenersi a quanto indicato nelle istruzioni per l'utilizzo dei controlli e degli interruttori di regolazione elettronici. Nelle istruzioni è anche descritto l'azionamento manuale dell'impianto. Vale quanto segue:



La messa in esercizio dell'impianto deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato. L'operatore deve avere familiarità con l'impianto ed essere in grado di adottare tutte le misure necessarie in caso di bisogno. Durante la messa in esercizio dell'impianto è necessario utilizzare i dispositivi di protezione necessari e prescritti. Durante la messa in esercizio verificare che non ci siano persone nelle vicinanze dei gruppi macchina. Prestare particolare attenzione alle parti rotanti della macchina. Anche se tali parti sono protette e non possono essere toccate, verificare che non ci sia nessuno nelle vicinanze.



I lavori di manutenzione o di ispezione devono essere effettuati a macchina ferma, assicurandosi che questa non possa riavviarsi accidentalmente da sola o essere accidentalmente riavviata da terzi.



L'impianto, quando in funzione, produce un rumore tipico. Se il rumore cambia mentre l'impianto è in funzione è necessario individuare la causa dell'anomalia, arrestare l'impianto e provvedere alle operazioni necessarie. fare particolare attenzione a eventuali rumori dovuti alla presenza di corpi estranei negli ugelli. La presenza di corpi estranei nell'impianto può manifestarsi con:

- cambiamento di rumore durante il funzionamento, come sopra accennato
- differenza tra potenza effettiva e nominale
- significativa diminuzione della pressione
- aumento della vibrazione della cassa

Prestare particolare attenzione all'insorgere di vibrazioni. Tutte le parti sono bilanciate in classe Q6,3.

Se durante l'esercizio vi è un aumento anormale di vibrazioni, identificare la causa e risolvere il problema. A questo riguardo prestare particolare attenzione a tutte le parti

che per le loro dimensioni, cioè per il loro raggio, potrebbero essere causa di vibrazioni, come ad esempio girante, volano o generatore. Effettuare un controllo visivo prestando attenzione a eventuali perdite di lubrificante, olio idraulico o acqua e in caso rimediare.



### *Manutenzione:*



Queste istruzioni riportano gli interventi di manutenzione ed ispezione che devono essere eseguiti a intervalli regolari o dopo determinate tipologie di esercizio.

Una scrupolosa manutenzione è comunque il modo migliore per garantire un perfetto funzionamento per decenni, senza problemi o danni o guasti.

Attenersi alle indicazioni relative a posizionamento, temperatura ambiente, tensione di esercizio eccetera. Per evitare l'inceppamento dei pistoni di comando i dispositivi di controllo e regolazione devono essere montati in assenza di tensione. Le superfici di fissaggio devono essere assolutamente in piano. Le viti di fissaggio devono essere serrate secondo la coppia specificata.

### *Generale*

Prima di qualunque intervento verificare che il gruppo macchina sia fermo e che non possa accidentalmente riavviarsi o essere riavviato da terzi.

Una volta fermata la turbina premere il **pulsante Not-Aus/Arresto di emergenza** e affiggere un cartello con scritto **"NON ACCENDERE, SONO IN CORSO LAVORI DI MANUTENZIONE ALL'IMPIANTO!"**.

Assicurarsi che anche la centralina idraulica non inizi a funzionare accidentalmente. Il modo più sicuro è quello di disattivare i dispositivi di protezione nei quadri elettrici ad armadio di ciascun gruppo macchina. Per questo motivo i lavori all'impianto devono essere eseguiti solo da personale addestrato o da persone che abbiano, grazie alla loro formazione, le competenze tecniche necessarie.

per questo motivo i lavori all'impianto devono essere eseguiti solo da personale addestrato o da persone che abbiano la formazione e le competenze tecniche necessarie. Interventi o modifiche anche di piccola entità effettuati in maniera non corretta possono causare problemi e portare alla rottura di parti ovvero componenti dell'impianto.

### *Sistema idraulico*

Effettuare un controllo visivo del circuito idraulico circa ogni 9.000 ore di esercizio (1 anno) per controllare il filtro dell'olio e se necessario sostituirlo.

Ogni 17.000 ore di esercizio circa l'olio deve essere sottoposto ad analisi da parte di un ente autorizzato (produttore, fornitore dell'olio). Sulla base dei risultati emersi attuare le necessarie misure. In caso di formazione eccessiva di schiuma l'olio deve

essere sostituito. Per il primo riempimento dell'impianto è stato utilizzato olio Panolin HLP Synth 46.

### *Precompressione a gas serbatoio idraulico*

Controllare la precompressione a gas del serbatoio sulla centralina idraulica. Perdite sulla valvola di riempimento o diffusione possono portare nel corso dell'esercizio ad una diminuzione della pressione, con danneggiamento della bolla e necessità di una sua sostituzione.

Per la verifica della pressione di pre-sollecitazione sono necessarie speciali apparecchiature, ed è perciò necessario che la ditta Geppert effettui questi controlli ogni due anni.

### *Tronchetto*

Il tronchetto è progettato per non necessitare di manutenzione.

### *Tegoli deviatori*

Sono stati regolati in fabbrica per ottimizzare le impostazioni nel momento di messa in servizio. I supporti di forcelle e leve sono realizzati con cuscinetti a strisciamento in PTFE. Ovunque stati utilizzati alberi in acciaio inossidabile. Verificare usura dei cuscinetti e fissaggio dei bulloni.

Verificare lo stato del tegolo deviatore. Per farlo, accedere al canale di scarico. La verifica deve essere fatta con confronto con i disegni allegati.

.

### *Controlli visivi e funzionali*

Effettuare a scadenze regolari un controllo visivo dell'intero impianto. Verificare in particolare che non ci siano perdite sui raccordi di

cilindro idraulico, stelo del pistone e centralina oleodinamica; controllare che le diverse componenti siano ben fissate e a tenuta;



verificare le luci del quadro di comando; testare il funzionamento degli interruttori:

finecorsa, altri interruttori e dispositivi di sicurezza.

Se durante il funzionamento il rumore dell'impianto dovesse cambiare è possibile che ci sia un'anomalia nei parametri di esercizio a cui l'operatore deve rimediare tempestivamente.

### *Cuscinetti a strisciamento*

Prestare particolare attenzione a tutti i supporti. I cuscinetti sono stati progettati in modo da non necessitare di manutenzione; è sufficiente verificarne il gioco ad intervalli regolari. Per controllarne il gioco serrare manualmente le parti una contro l'altra. Questo tipo di controllo è però per sua natura non determinante: il gioco dei cuscinetti può essere verificato in maniera esatta solo dopo smontaggio e misurazione con micrometro a vite.

### *Corpi estranei*

Se il rumore del gruppo macchina cambia di frequenza in maniera sostanziale è spesso possibile che la causa sia un corpo estraneo che si è incastrato negli ugelli. se il rumore del gruppo macchina cambia di frequenza in maniera sostanziale è spesso possibile che la causa sia un corpo estraneo che si è incastrato negli ugelli. Effettuare un processo di risciacquo per lavar via il corpo estraneo. Se questo non risolve il problema, smontare la parte interessata.

### *Logorio*

Ad intervalli regolari è necessario controllare l'usura della spina e della corona dell'ugello.

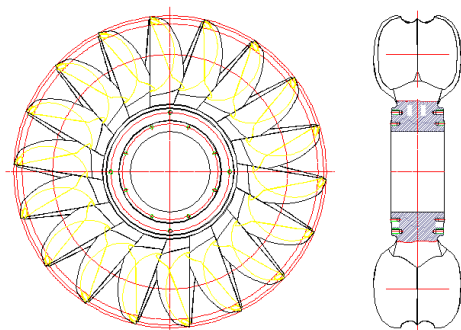
Accedendo al canale di scarico è possibile controllare la spina e la corona dell'ugello. Verificare che il gruppo macchina sia disinserito e non possa riavviarsi accidentalmente ovvero essere riavviato da terzi.

Se ci sono segni di logorio o danni da cavitazione o danni meccanici particolari alla spina o al bocchello dell'ugello, è necessario controllarli e pareggiarli con strumenti adeguati.

Confrontare le condizioni effettive delle parti con lo stato indicato nei disegni allegati.

<i><b>Punto</b></i>	<i><b>Tipo di verifica</b></i>	<i><b>dopo circa 1500 h</b></i>	<i><b>dopo circa 2500 h</b></i>	<i><b>dopo avvenimento</b></i>
01	Controllo gioco cuscinetti			
02	Parti estranee incastrate			
03	Usura, cavitazione			

## *Girante*



La girante è stata prodotta secondo le più moderne tecniche. La manutenzione ovvero i controlli da effettuare sono indicati nella tabella sottostante. Sostanzialmente bisogna controllare usura dei taglienti e dei bordi di uscita. La velocità di usura dipende dalla qualità dell'acqua. La girante è stata prodotta e rifinita con materiale resistente all'abrasione.

Controllare in particolare l'usura di taglienti e bordi, e verificare la presenza di eventuali discontinuità, cricche o simili, in particolare nella zona della radice.

In caso di cricche nella zona della radice è necessaria la massima cautela e provvedere subito a ripararle. Agire velocemente, in quanto, a causa delle forme geometriche, un'area limitata della sezione trasversale sopporta le sollecitazioni a flessione, ma proprio qui queste sollecitazioni sono massime a causa della forza del flusso e dell'azione della forza centrifuga.

Le valutazioni e le misure da adottare in caso di danno alla girante sono riportate di seguito.

Vengono illustrati i criteri generali di valutazione e i metodi da utilizzare per testare le giranti Pelton.

questi sono:

- a) test con polvere magnetica
- b) metodo di penetrazione.

**Il seguente capitolo contiene informazioni generali per la verifica di giranti Pelton; è stato redatto dall'Ing. Hermann Gassman, perito certificato per le apparecchiature idrauliche di Innsbruck.**

### *Controllo della girante Pelton in esercizio*

Il primo controllo della girante deve essere effettuato dopo circa 1000 ore di esercizio. Forti dell'esperienza di anni, possiamo affermare che solo in rarissimi casi è possibile vedere ad occhio nudo cricche in acciaio cromato al 13%. Questo vale in particolare per le cricche in sezioni sottoposte a carico maggiore: se la porzione di superficie discontinua è ancora relativamente piccola rispetto all'intera sezione trasversale (10-30%).

In presenza di abrasione di una sezione trasversale è di fondamentale importanza una manutenzione tempestiva per evitare il procedere progressivo delle usure. Il successo e la durata di una riparazione dipendono essenzialmente dalla dimensione della cricca.

Fanno eccezione le discontinuità sul tagliente, spesso di dimensioni così grandi da essere facilmente rilevabili a occhio nudo.

Il controllo della girante non può quindi essere solo un controllo visivo per verificare usura, erosione e danni da cavitazione, ma deve comprendere uno dei test di superficie conosciuti (polvere magnetica, penetrazione, eccetera).

In questo primo controllo della girante dovrebbero essere visibili eventuali difetti di fabbricazione strutturali non rilevati durante le verifiche produttive; infatti in circa 1000 ore di esercizio un superamento del numero di ciclo di sforzi del limite di fatica di  $n = 1 \times 10^6$  porta alla formazione di una discontinuità. In base all'esperienza si può affermare che un difetto significativo occulto nel materiale o una sollecitazione residua dopo le prime 1000 ore di esercizio sono facilmente riconoscibili mediante magnetoscopia.

Se questa prima verifica non dà un esito, allora è sufficiente, a parte casi eccezionali, una verifica della girante effettuata come descritto qui di seguito.

In sostanza, eventuali cricche che si verificano durante l'esercizio

devono avere una causa. La causa più frequente in questo caso

sono le saldature con le conseguenze note

(tensione di saldatura, aumenti di durezza nelle zone di transizione, sottosquadri) e i tagli degli utensili dalle sbavature del getto in questione. Perdita di spessore dovuta a usura da sabbia è di solito meno sovente causa di fratture, perché la perdita di spessore è già visibile ad un controllo visuale anche superficiale.

Se l'acqua è pulita comportamenti critici del materiale si verificano solo con l'invecchiamento dell'impianto. Anche se non è possibile avere una prova concreta di invecchiamento di un materiale attraverso semplici metodi di prova, un invecchiamento incipiente si manifesta con piccole cricche intergranulari, che per esperienza sono un segnale di allarme che deve suggerire di accorciare le sezioni di controllo e di rinnovare le pale della girante.

In molti casi l'acqua di processo contiene sabbia fine che rimane nonostante la presenza di vasche di sedimentazione. Il materiale delle pale in sé è perfettamente valido. Carico estremo e abrasione superficiale delle pale della ruota Pelton sono la causa del fatto che per lo più altri fattori, e non il naturale invecchiamento del materiale, determinano il momento in cui è necessario sostituirle.

Chiaramente una ruota Pelton, che in seguito a corrosione da sabbia ogni 10000-20000 ore di esercizio deve essere saldata e rettificata, invecchia molto più di una ruota che non ha quasi bisogno di lavori di saldatura e rettifica. Ogni saldatura senza successivo trattamento termico porta tensioni e indurimenti nelle zone di transizione delle pale ed è quindi necessaria maggior attenzione e intervalli più brevi tra controlli successivi.

Motivo del successo di una saldatura di una cricca su una pala Pelton è sicuramente la richiesta di un materiale riempitivo perfettamente uguale al materiale di base.

Le zone di passaggio dalla saldatura al materiale originale restano comunque aree critiche di una pala saldata.

In ogni caso una cricca, come ad esempio al centro del tagliente che, per esperienza, è difficilmente rilevabile a occhio nudo, se non impossibile da rilevare, è perfettamente rilevabile applicando in maniera corretta il metodo della polvere magnetica. Una cricca in questa posizione, se non rilevata, può portare a rottura della pala.

La formazione di discontinuità anche di modesta entità su una girante Pelton costituisce sempre un danno molto serio. In base all'esperienza si può affermare che, in seguito al carico, qualsiasi cricca procede progressivamente. Bisogna quindi sempre intervenire con misure adeguate. La valutazione del progredire progressivo di una cricca e la sua classificazione in base al grado di pericolosità, necessitano di grande esperienza.

Bisogna notare che le cricche si comportano in maniera assai diversa a seconda che siano su singole pale avvitate e calettate alla girante o su giranti Pelton in un unico blocco. In quest'ultimo caso il flusso di forza nel piano del tagliente è estremamente considerevole; la parte interna del tagliente risulta quindi sottoposta a carico significativo, cosa che può portare ad una rapida progressione della cricca. Indicazioni precise su quanto a lungo sia possibile usare una girante Pelton fessurata sono possibili solamente caso per caso, considerando criticamente tutti i fattori.

### ***Il procedimento a polvere magnetica per la verifica delle giranti Pelton***

Si può presumere che il principio di funzionamento del metodo magnetoscopico sia ben noto. Affinché il campo magnetico si alteri in modo significativo è essenziale che le linee di induzione siano il più possibile perpendicolari alla discontinuità. La forma complessa della girante Pelton non permette di comprendere, senza effettuare una prova, quale tipo di magnetizzazione permetta di rilevare il danno in maniera sicura e affidabile.

Le prime prove di magnetizzazione sono state fatte con sistema elettrico, cioè con passaggio di corrente sul pezzo, con la corrente (circa 1000-3000 A) è stata fornita mediante elettrodi nei punti delle pale da testare. La corrente deve attraversare due volte la stessa parte della girante in direzioni diverse per essere sicuri di rilevare danni.

Utilizzando corrente alternata la comparsa di campi secondari, con direzione diversa rispetto al campo principale, permette di rilevare i danni meglio che non con corrente continua, ma la possibilità di valutarne la profondità è minore.

Nei punti in cui si posizionano gli elettrodi la corrente elevata provoca bruciature; questo comporta uno svantaggio tecnologico (aumento di durezza) e danni duraturi alla superficie della pala. Per risolvere il problema di magnetizzare il pezzo senza bruciature, si è giunti alle due soluzioni seguenti, che negli anni si sono dimostrate valide in centinaia di casi. Si tratta da un lato di magnetizzazione della bobina con corrente alternata e dall'altro di passaggio di corrente con elettrodi applicati, come già detto; ma il passaggio di corrente non è continuo, ma si tratta solo di brevi scosse (alcuni millisecondi).

Le scariche elettriche sono quindi così brevi da non causare bruciature. La polvere magnetica viene in entrambi i casi miscelata con acqua e spruzzata sulla superficie del componente con una pistola a spruzzo. Con una mano sottile di pittura brillante eventuali difetti appaiono evidenti, con un buon contrasto facilmente fotografabile.

La magnetizzazione della bobina con corrente alternata costituisce un sistema semplice e permette un'ottima rilevazione delle discontinuità.

In caso di discontinuità profonde è adatto l'utilizzo mirato di un flusso di corrente continua (1000-3000 A per qualche millisecondo alla volta). Un grande vantaggio del procedimento a polvere magnetica è la possibilità di riprendere la discontinuità utilizzando carta assorbente.

### ***Procedimento di penetrazione per l'ispezione della superficie delle giranti Pelton***

I metodi di penetrazione, la cui modalità di funzionamento si assume nota, sono stati introdotti nelle giranti Pelton soprattutto per rilevare piccoli pori.

Essi quindi rappresentano sostanzialmente un ausilio al metodo a polvere magnetica. Di massima, i metodi di penetrazione sono adatti anche per la rilevazione di discontinuità e cricche. Tuttavia questi possono risultare inefficaci per la presenza di contaminanti quali grasso, olio o altre sostanze, che impediscono la penetrazione del mezzo nella discontinuità. Rimuovere queste

sostanze da una cricca è praticamente impossibile. Per questo motivo il risultato di una prova di penetrazione va sempre preso con cautela. I mezzi di penetrazione non pigmentati sono di solito da preferire ai mezzi di penetrazione pigmentati perché presentano miglior sensibilità anche nel caso di cricche molto sottili.

Tipo di verifica	ogni 1000 ore	ogni 8000 ore	ogni 16000 ore
VT			
PT			
MT			

Attenzione: gli intervalli di ispezione, riportati in tabella, hanno puramente valore indicativo. Lo stato della girante è influenzato da numerosi fattori, che Possono essere valutati approssimativamente dopo un certo periodo.

Dopo la messa in esercizio è quindi consigliabile ridurre gli intervalli tra un'ispezione e l'altra.

La girante va ispezionata dopo circa 600-700 ore di esercizio.

Se durante l'ispezione non si trovano discontinuità ovvero cricche, allora è possibile prolungare l'intervallo di ispezione (vedi tabella).

Se, al contrario, vengono rilevate discontinuità, è necessario procedere con gli adeguati interventi di risanamento. Le misure da adottare devono essere decise in base al tipo di difetto rilevato.

Interventi che modifichino la struttura della girante (come ad esempio saldature) sono molto critici e devono essere eseguiti esclusivamente da personale specializzato. Dopo eventuali interventi di risanamento alla girante gli intervalli tra un'ispezione e quella successiva devono di nuovo essere accorciati.



*Revisione e montaggio:*

**PRECAUZIONI**





Gli interventi di manutenzione all'impianto devono essere fatti a gruppo macchine fermo, assicurandosi che non possa riavviarsi accidentalmente o essere accidentalmente riavviato da terzi.

A questo scopo premere il **Pulsante Not-Aus/Arresto di emergenza** sul quadro comandi ed eventualmente disinserire l'interruttore automatico del circuito di comando.

Affiggere al quadro comandi un cartello con scritto "**Attenzione non accendere - lavori in corso al gruppo macchina!**".

Interventi al gruppo macchina devono essere effettuati solo da personale addestrato e specializzato.

Vietata la presenza di non addetti ai lavori in sala macchine.

Vietato rimuovere i dispositivi di protezioni meccanici o il ponte elettrico dei dispositivi di sicurezza.

### *Indicazioni di montaggio:*



#### **ATTENZIONE:**

Prima di effettuare interventi alle apparecchiature elettriche staccare l'alimentazione.



1. Mantenere l'alloggiamento motore pulito e asciutto.
2. Se necessario chiudere il riscaldamento.
3. Controllare che il cablaggio sia conforme a quanto indicato nello schema elettrico.
4. Sostituire tutti i tappi di plastica con otturatori idonei.
5. L'alimentazione deve essere pulita e messa a terra.
6. I cavi di comando devono essere correttamente schermati.
7. Verificare che la tensione di funzionamento dell'attuatore corrisponda alla tensione di ingresso.
8. Pianificare gli intervalli di manutenzione agli attuatori EI-O-Matic; sarà così possibile aumentarne la durata e garantirne il corretto funzionamento (si consiglia una volta la mese).
9. Regolare manualmente le posizioni di apertura e chiusura dei fine corsa.
10. Nel rimontare l'attuatore effettuare l'ingrassaggio.
11. Dopo ogni intervento di riparazione ovvero smontaggio, prima di rimettere in servizio verificare le posizioni di fine corsa motore.



**AVVERTENZE:**

1. Non azionare le valvole senza aver impostato il fine corsa e verificato il senso di rotazione del motore.
2. Non toccare un attuatore regolato con coppia troppo elevata.

3. Non regolare i limitatori di coppia (sono pre-impostati in fabbrica

e non hanno bisogno di essere registrati).

4. Per chiudere o aprire le valvole non avviare il

motore ovvero spegnerlo. Col corretto

dimensionamento la coppia di partenza dovrebbe essere sufficiente ad azionare correttamente le valvole.

### *Indicazioni in caso di emergenza*

#### Incendio:



- 1) Spegnerne **immediatamente** la macchina e scollegarla dalla rete elettrica
- 2) Controllare che non possa riattivarsi

- 3) Avvisare i vigili del fuoco e comunicare che c'è un incendio elettrico
- 4) Spegnere le fiamme con dispositivi idonei (es. estintori a CO2 )



Misure di primo soccorso in caso di incidenti con corrente elettrica



In caso di incidenti con corrente elettrica adottare subito le seguenti misure:

- ◆ chiudere la corrente disinserendo il sistema, estraendo la spina, togliendo il dispositivo di protezione;
- ◆ se non è possibile effettuare subito queste operazioni, allontanare la vittima dalle parti in tensione utilizzando oggetti non conduttori o tirandola per i vestiti;
- ◆ la persona che presta soccorso deve a sua volta essere isolata, per esempio posizionandosi su un'asse asciutta, su abiti asciutti o su un quotidiano piegato che faccia spessore. Il soccorritore non deve toccare nient'altro.
- ◆ Chiamare un medico!
- ◆ **Chiamata di emergenza:** Centrale di soccorso.....  
Tel.:.....
- ◆ Fino all'arrivo del medico adottare le misure di primo soccorso.
  - stendere subito il ferito
  - controllare respiro e polso
  - fare respirazione artificiale in caso di arresto respiratorio
  - fare rianimazione cardio-polmonare in caso di arresto cardiaco
  - in caso di perdita di coscienza ma presenza di respiro posizionare il ferito su un fianco
  - - coprire le ustioni con garza o altro materiale sterile

*Intervalli di ispezione e manutenzione Turbina:*

	giornal mente	1 volta alla settimana na 170 h	1 volta al mese 700 h	ogni 3 mesi 2200 h	ogni 6 mesi 4500 h	una volta all'anno 8800 h	una volta ogni 2 anni 17500 h
<b>Girante</b>							
VT	-----	-----	-----		-----		-----
PT		-----			-----		-----
MT							-----
Sede elemento di bloccaggio conico/coppia di serraggio altro		-----	-----				-----
<b>Tegolo deviatore</b>							
Funzione	-----				-----	-----	
Usura tagliente					-----		-----
Condizioni cilindro idraulico/molla	-----				-----		
Sede elemento di bloccaggio conico/coppia di serraggio	-----		-----				-----
<b>Ugelli</b>							
Superficie ugelli, spina		-----	-----		-----		-----
Funzione	-----				-----	-----	
Tenuta ugelli					-----	-----	-----
Condizioni cilindro idraulico/molla	-----				-----		
<b>Valvole condotta di riempimento</b>							
Funzione	-----				-----		
Tenuta					-----		
<b>Altri controlli</b>							
Perdite esterne	-----		-----				
Contaminazione	-----		-----				
Danni	-----		-----				
Rumori	-----		-----				
Dispositivi di misura	-----			-----			

----- durante la fase di rodaggio

----- Regime continuo

Tabella 1 Intervalli di ispezione