

BIBLIOTECA TECNICA PROFESSIONALE



MANUALE COMPLETO DI MANUTENZIONE INDUSTRIALE

Fondamenti, diagnostica, procedure operative
e casi applicativi in 27 aree di competenza

27

argomenti tecnici

108

schede di capitolo

6

strumenti finali

EDIZIONE 2026 | DISPENSA DI STUDIO E LAVORO

Una guida didattica complementare ai temi del percorso
Mecânica Total. Non sostituisce i corsi video né gli strumenti digitali della piattaforma.

Lavori da anni nella manutenzione. Ma il settore continua a evolversi.

L'esperienza sul campo conta. Oggi, però, deve dialogare con analisi di affidabilità, dati tecnici, strumenti digitali e metodi di pianificazione.

Mentre svolgi ogni giorno attività che conosci bene, i sistemi industriali cambiano: nuove soluzioni per il monitoraggio, uso di gestionali come SAP PM, strumenti di analisi dei guasti e applicazioni dell'intelligenza artificiale modificano il modo in cui si documenta e si migliora la manutenzione.

Per crescere professionalmente non basta saper sostituire un componente. Serve mostrare **perché** si è deciso di intervenire, **quali prove** sostengono la diagnosi, **come** si evita il guasto ripetitivo e **quale risultato** si è misurato dopo l'azione.

Obiettivo di questo manuale

Fornire un riferimento pratico e consultabile per i 27 ambiti descritti nella pagina del pacchetto di formazione: componenti, macchine, misure, ispezioni, affidabilità, gestione e strumenti digitali.

CONOSCENZA TECNICA + PROVA SUL CAMPO

Il metodo adottato è semplice: comprendere il principio fisico, raccogliere dati di esercizio, verificare cause alternative, scegliere una soluzione coerente con il rischio e confermare l'esito. Ogni capitolo sviluppa questo processo con un caso ragionato e una scheda finale.

Avvertenza: esempi, grandezze e casi sono didattici. Non rappresentano istruzioni certificate per uno specifico impianto. In presenza di rischi elettrici, termici, idraulici, meccanici o di processo, valgono esclusivamente le procedure autorizzate, le norme applicabili e le istruzioni del costruttore.

Dalla lettura alla competenza dimostrabile.

Ogni area contiene quattro schede complementari. Insieme formano un percorso breve ma concreto: teoria, metodo, diagnosi e verifica.

Scheda	Che cosa contiene	Come utilizzarla
01 - Principi	Sei concetti essenziali, formula o parametro, collegamenti alle lezioni	Studiare il comportamento del sistema e riconoscere le variabili che cambiano la diagnosi.
02 - Procedura	Sei passaggi operativi, registro minimo delle misure e sicurezza	Preparare la raccolta delle evidenze prima di proporre smontaggi o ricambi.
03 - Diagnosi	Matrice sintomo-ipotesi-verifica e caso ragionato	Allenarsi a distinguere il problema osservato dalla causa da dimostrare.
04 - Scheda	Checklist, errori tipici, glossario e domande	Verificare la propria comprensione e adattare la traccia al contesto dell'impianto.

METODO COMUNE IN CINQUE DECISIONI

- 01** Descrivere la funzione attesa e il comportamento osservato con luogo, ora e condizioni.
- 02** Misurare grandezze pertinenti con strumenti adeguati, registrando unità e incertezza ove richiesto.
- 03** Confrontare almeno due ipotesi, cercando una prova che le distingua realmente.
- 04** Programmare l'intervento secondo criticità, rischio, competenze e disponibilità di materiali.
- 05** Ripetere la prova funzionale nelle condizioni definite e documentare i risultati nel sistema gestionale.

Nota sulla sicurezza e sull'uso dell'IA

La dispensa non è un manuale del costruttore e non sostituisce la formazione obbligatoria. Tutte le operazioni su impianti richiedono personale competente. Un assistente IA può aiutare a ordinare evidenze ma non può autorizzare interventi o confermare da solo un guasto.

Perimetro editoriale. I nomi e la sequenza dei 27 capitoli seguono la pagina fornita; approfondimenti, casi, formule e checklist sono contenuti didattici aggiuntivi appositamente redatti. Modelli 3D, simulatori, video, assistenti IA, attestati e accesso alla piattaforma non sono incorporati in questo PDF.

Sommario operativo

Ogni voce rimanda direttamente al capitolo e alla prima delle sue quattro schede.

01	POMPE CENTRIFUGHE.....	5
02	TRASPORTATORI A NASTRO	9
03	SUPPORTI E CUSCINETTI	13
04	RIDUTTORI E INGRANAGGI.....	17
05	ELEMENTI DI TENUTA.....	21
06	GIUNTI MECCANICI.....	25
07	VAGLI VIBRANTI	29
08	VALVOLE INDUSTRIALI	33
09	OLEODINAMICA INDUSTRIALE.....	37
10	MONITORAGGIO ONLINE DEI MACCHINARI	41
11	INGLESE DI BASE	45
12	LUBRIFICAZIONE INDUSTRIALE	49
13	METROLOGIA	53
14	TECNICHE DI ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ.....	57
15	PNEUMATICA INDUSTRIALE.....	61
16	ELEMENTI FILTRANTI	65
17	COMPRESSORI	69
18	IA PER L'ISPEZIONE DEI MACCHINARI	73
19	TPM - MANUTENZIONE PRODUTTIVA TOTALE.....	77
20	SAP PM - GESTIONE DELLA MANUTENZIONE	81
21	PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA MANUTENZIONE	85
22	SCAMBIATORI DI CALORE	89
23	TERMOGRAFIA INDUSTRIALE	93
24	FMEA	97
25	PIANO DI ISPEZIONE	101
26	PIANO DI MANUTENZIONE	105
27	FRANTOI INDUSTRIALI	109

In fondo al manuale trovi sei strumenti pronti da adattare: scheda di ispezione, analisi delle cause, matrice FMEA, piano manutentivo, quadro indicatori e riferimenti per approfondire.

POMPE CENTRIFUGHE

Interpretare la curva caratteristica e riconoscere i guasti prima che provochino fermate.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

La girante trasferisce energia al liquido; la voluta trasforma parte dell'energia cinetica in pressione. Aspirazione e mandata hanno funzioni diverse e non sono intercambiabili.

04

Tenuta meccanica, baderna e cuscinetti hanno meccanismi di guasto distinti. Una perdita dal paraolio non coincide necessariamente con la perdita dalla tenuta dell'albero.

02

Il punto di massima efficienza, BEP, è un riferimento per valutare vibrazioni, ricircolo e carichi radiali. Operare molto lontano dal BEP riduce spesso l'affidabilità.

05

Le pompe in parallelo e in serie modificano diversamente portata e prevalenza; la curva dell'impianto determina il punto reale di esercizio.

03

La cavitazione compare quando le condizioni locali favoriscono la formazione e il collasso di bolle; il rumore simile a ghiaia non basta da solo per la diagnosi.

06

La corrosione, l'erosione e il deposito sul circuito idraulico modificano prestazioni e geometrie anche quando il motore continua a funzionare.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Prevalenza $H = (p_2 - p_1)/(\rho \cdot g) + (z_2 - z_1) + (v_2^2 - v_1^2)/(2 \cdot g)$. In una stima semplificata con quote e velocità comparabili si può usare la sola differenza di pressione.

Esempio guidato. Per acqua, $\Delta p = 2$ bar corrisponde approssimativamente a 20,4 m di colonna d'acqua, senza includere le differenze di quota o velocità.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alle pompe centrifughe • Tipologie di pompe industriali • Tipi di flusso del fluido • Vista 3D di una pompa con girante a sbalzo • Vista 3D dei componenti di una pompa centrifuga • Tipologie di cuscinetti

Durata indicata nella pagina del percorso: 36h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

POMPE CENTRIFUGHE

Interpretare la curva caratteristica e riconoscere i guasti prima che provochino fermate.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare pompa, fluido, scheda tecnica, curva Q-H e condizioni di processo prima di interpretare i sintomi.
- 02** Registrare portata, pressione in aspirazione e mandata, velocità, temperatura e potenza con strumenti e unità coerenti.
- 03** Confrontare il punto di lavoro con il campo raccomandato dal costruttore; verificare valvole, filtri e condizioni del serbatoio.
- 04** Distinguere vibrazioni meccaniche da fenomeni idraulici usando trend, rumore, temperatura e dati di esercizio.
- 05** Prima di smontare: isolare le fonti di energia, depressurizzare, drenare e verificare il rischio chimico e termico.
- 06** Dopo l'intervento, eseguire avviamento controllato e confrontare i dati con la baseline precedente.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

POMPE CENTRIFUGHE

Interpretare la curva caratteristica e riconoscere i guasti prima che provochino fermate.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Portata ridotta	filtro di aspirazione ostruito o girante usurata	misurare differenziale e confrontare la curva Q-H
Rumore granuloso	possibile cavitazione o aria aspirata	controllare livello, pressione e tenuta dell'aspirazione
Perdita all'albero	tenuta meccanica o baderna deteriorata	identificare il punto della perdita e ispezionare facce e montaggio
Cuscinetto caldo	lubrificazione, disallineamento o carico elevato	verificare tipo lubrificante, allineamento e trend termico

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

In una linea di raffreddamento la portata scende dopo la sostituzione di una valvola. Il tecnico nota un aumento della pressione a monte dell'organo di regolazione, ma nessuna crescita proporzionale delle vibrazioni. Anzichè sostituire subito la pompa, confronta il punto di lavoro con la curva di impianto, misura le perdite di carico e controlla l'apertura reale della valvola. La causa viene circoscritta a una restrizione del circuito. Il caso mostra perchè un sintomo di processo non deve essere scambiato automaticamente per un guasto del rotore.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

POMPE CENTRIFUGHE

Interpretare la curva caratteristica e riconoscere i guasti prima che provochino fermate.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Etichetta pompa e verso di rotazione verificati	Nota: _____
☐ Portata, pressioni e condizioni di aspirazione annotate	Nota: _____
☐ Assenza di perdite anomale e aria nel circuito	Nota: _____
☐ Trend vibrazioni, rumore e temperatura conservati	Nota: _____
☐ Lubrificazione e allineamento controllati	Nota: _____
☐ Risultato post-intervento confrontato con la baseline	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Confondere prevalenza e pressione senza considerare densità e quota.
- Aprire la pompa prima di escludere restrizioni esterne.
- Applicare limiti di vibrazione o tenuta senza la documentazione del costruttore.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
BEP	Punto di massima efficienza della pompa
NPSH	Margine energetico collegato al rischio di cavitazione
Voluta	Corpo che convoglia il flusso dalla girante
Tenuta meccanica	Dispositivo che limita la fuoriuscita del fluido

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "portata ridotta"?

Risposta attesa: misurare differenziale e confrontare la curva Q-H. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

TRASPORTATORI A NASTRO

Ridurre sbandamenti, slittamenti e usura attraverso ispezioni sistematiche.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Il nastro porta il materiale, mentre tamburi, rulli e strutture ne guidano il percorso. Il corretto centraggio dipende dall'intero sistema, non da una singola regolazione.

04

Raschietti, gonne e sistemi antipolvere migliorano pulizia e disponibilità, ma richiedono regolazione e manutenzione adeguate.

02

La tensione deve trasmettere la coppia evitando slittamento e sovraccarico; tensionare troppo può danneggiare giunzioni, cuscinetti e tamburi.

05

Il disallineamento progressivo può derivare da rulli bloccati, accumuli, struttura deformata, tamburi fuori squadra o carico asimmetrico.

03

La geometria di carico e il centraggio dei punti di trasferimento influiscono sulla traiettoria del nastro e sulla dispersione di materiale.

06

Protezione contro avviamento inatteso, trascinalimento e caduta di materiale è parte integrante dell'ispezione.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Portata massica approssimata: $m_{\dot{}} = \rho_{\text{bulk}} * A * v$, con area effettiva del materiale A , densità apparente ρ_{bulk} e velocità v . La sezione reale varia con inclinazione e conformazione del nastro.

Esempio guidato. Con $A = 0,08 \text{ m}^2$, $\rho_{\text{bulk}} = 1.300 \text{ kg/m}^3$ e $v = 1,5 \text{ m/s}$, la stima ideale è 156 kg/s ; serve una verifica della sezione effettiva.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione ai trasportatori a nastro • Componenti di un trasportatore a nastro • Introduzione ai riduttori • Componenti di un riduttore • Tipologie di ingranaggi: planetari • Sistemi di tenuta dei riduttori

Durata indicata nella pagina del percorso: 36h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

TRASPORTATORI A NASTRO

Ridurre sbandamenti, slittamenti e usura attraverso ispezioni sistematiche.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Raccogliere lunghezza, velocità, capacità, layout, tensionamento e schemi delle protezioni prima della prova.
- 02** Osservare il percorso del nastro in condizioni di carico stabilizzate e segnare dove inizia lo sbandamento.
- 03** Verificare che rulli e tamburi ruotino liberamente, che i supporti siano integri e che non vi siano accumuli.
- 04** Controllare punto di carico, centraggio e distribuzione del materiale senza intervenire su organi in moto.
- 05** Applicare regolazioni soltanto con metodo documentato e personale autorizzato, rispettando le procedure di sicurezza.
- 06** Registrare il comportamento prima e dopo la correzione, includendo condizioni di carico e pulizia.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

TRASPORTATORI A NASTRO

Ridurre sbandamenti, slittamenti e usura attraverso ispezioni sistematiche.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Nastro spostato lateralmente	carico fuori centro o geometria alterata	localizzare il primo punto di deviazione
Slittamento sul tamburo	tensione o aderenza insufficienti	verificare tensionatore, rivestimento e carico
Rulli molto caldi	grippaggio o contaminazione	termografia e controllo a macchina isolata
Usura dei bordi	sfregamento contro struttura o guide	cercare segni di contatto e analizzare il tracciato

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un trasportatore inizia a sfregare sul lato destro dopo un aumento della produzione. La squadra propone di aumentare subito la tensione, ma il tecnico rileva che la deviazione nasce poco dopo il punto di carico. Il materiale cade sul nastro con distribuzione laterale squilibrata. Si documenta il difetto, si interviene sul convogliamento del materiale e si verifica il centraggio con portata progressiva. La correzione riduce lo sbandamento senza imporre inutili carichi aggiuntivi ai supporti.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

TRASPORTATORI A NASTRO

Ridurre sbandamenti, slittamenti e usura attraverso ispezioni sistematiche.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Punti di trascinamento protetti	Nota: _____
☐	Stato di rulli e tamburi registrato	Nota: _____
☐	Tensionatore e giunzioni ispezionati	Nota: _____
☐	Sistema di carico e raschiatori verificati	Nota: _____
☐	Deformazioni e punti di sfregamento documentati	Nota: _____
☐	Dispositivi di arresto e interblocchi controllati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Regolare rulli o pulitori con organi accessibili in movimento.
- Correggere uno sbandamento aumentando sempre la tensione.
- Valutare la portata teorica senza considerare la sezione di carico reale.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Rullo portante	Sostiene la tratta caricata del nastro
Tamburo motore	Trasmette il movimento al nastro
Raschiatore	Riduce il materiale aderente al nastro
Giunzione	Collega le estremità del nastro

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "nastro spostato lateralmente"?

Risposta attesa: localizzare il primo punto di deviazione. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

SUPPORTI E CUSCINETTI

Riconoscere carichi, lubrificazione e difetti di montaggio dei sistemi di rotolamento.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

I cuscinetti radiali, assiali e orientabili sono selezionati in funzione di carico, velocità, rigidità e disallineamento ammissibile.

04

La contaminazione da acqua o particelle solide è una delle cause ricorrenti di danneggiamento precoce; le tenute proteggono la zona critica.

02

Gioco interno, precarico e accoppiamenti interferenti influenzano attrito e durata; misure errate possono generare surriscaldamento.

05

Scheggiature, indentazioni, strisciamento e corrosione hanno morfologie diverse: la sola rumorosità non identifica la causa.

03

La lubrificazione crea una pellicola protettiva tra superfici e limita usura e corrosione, ma troppo grasso può aumentare la temperatura.

06

La diagnosi si fonda su combinazione di vibrazioni, temperatura, gioco, analisi del lubrificante e contesto operativo.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Vita nominale di base $L_{10} = (C/P)^p$ milioni di giri; $p = 3$ per sfere e $10/3$ per rulli, nel modello di riferimento. La vita effettiva dipende anche da lubrificazione e contaminazione.

Esempio guidato. Per un cuscinetto a sfere con $C/P = 4$, $L_{10} = 64$ milioni di giri; non è una garanzia di durata individuale.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione ai cuscinetti • Componenti di un cuscinetto • Corpi volventi • Gabbie dei cuscinetti • Cuscinetti a sfere • Cuscinetti a rulli

Durata indicata nella pagina del percorso: 20h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

SUPPORTI E CUSCINETTI

Riconoscere carichi, lubrificazione e difetti di montaggio dei sistemi di rotolamento.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare codice, serie, gioco, lubrificante, supporto e condizioni di carico dal disegno e dalla scheda tecnica.
- 02** Acquisire trend di temperatura e vibrazione allo stesso regime operativo, con punti di misura ripetibili.
- 03** Verificare sigillature, ingresso contaminanti, perdite e stato del sistema di lubrificazione.
- 04** Se necessario, pianificare fermata e smontaggio con estrattori e procedure specifiche, senza trasmettere forze attraverso corpi volventi.
- 05** Ispezionare piste, gabbia, elementi volventi e sedi distinguendo danno primario da danno conseguente.
- 06** Dopo montaggio, verificare gioco e avviamento graduale con controllo della temperatura.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

SUPPORTI E CUSCINETTI

Riconoscere carichi, lubrificazione e difetti di montaggio dei sistemi di rotolamento.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Temperatura in aumento	eccesso di grasso o montaggio scorretto	confrontare quantità, gioco e procedure
Vibrazione impulsiva	possibile danno localizzato alle piste	usare spettro e involuppo con dati geometrici
Presenza di acqua	tenuta degradata o lavaggio improprio	campione lubrificante e ispezione delle guarnizioni
Durata molto breve	contaminazione, sovraccarico o allineamento	ricostruire storia, carichi e condizioni di montaggio

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un ventilatore presenta due guasti dello stesso cuscinetto a pochi mesi di distanza. La sostituzione identica non modifica il risultato. Confrontando campioni di grasso e foto dei componenti smontati, il manutentore osserva tracce di umidità e corrosione. Il sopralluogo evidenzia l'ingresso d'acqua durante il lavaggio vicino al supporto. Viene riprogettata la protezione dell'ingresso, aggiornata la procedura di pulizia e introdotto un controllo del lubrificante. Il miglioramento deriva dall'eliminazione della causa, non dal solo cambio del pezzo.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

SUPPORTI E CUSCINETTI

Riconoscere carichi, lubrificazione e difetti di montaggio dei sistemi di rotolamento.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Codice e gioco del cuscinetto identificati	Nota: _____
☐	Procedura di montaggio e utensili adatti confermati	Nota: _____
☐	Contaminazione e tenute valutate	Nota: _____
☐	Lubrificante, quantità e intervallo documentati	Nota: _____
☐	Punti di misura vibrazionale e termica ripetibili	Nota: _____
☐	Componenti guasti fotografati per analisi causa	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Applicare colpi attraverso sfere o rulli nel montaggio.
- Usare il solo rumore per dichiarare un difetto di pista.
- Confondere L10 con una durata minima garantita.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
L10	Vita nominale raggiunta o superata dal 90% di una popolazione ideale
Gioco interno	Possibilità di spostamento relativo degli anelli
Precarico	Carico iniziale imposto al cuscinetto
Inviluppo	Tecnica utile per evidenziare impulsi ripetitivi

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "temperatura in aumento"?

Risposta attesa: confrontare quantità, gioco e procedure. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

RIDUTTORI E INGRANAGGI

Leggere rapporti cinematici, usure dei denti e problemi di lubrificazione.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Un riduttore cambia velocità e coppia secondo il rapporto di trasmissione; nella pratica esistono perdite di rendimento.

04

Il backlash, o gioco tra i denti, deve essere coerente con progetto e dilatazioni; un gioco insufficiente può causare surriscaldamento.

02

Gli ingranaggi cilindrici, conici e a vite senza fine hanno modalità di contatto e caratteristiche termiche differenti.

05

Contaminazione, acqua e viscosità inadatta alterano il film d'olio e accelerano l'usura di denti e cuscinetti.

03

Pitting, micropitting, rigature e rottura del dente non sono sinonimi; ciascun difetto richiede indagini su carico e pellicola lubrificante.

06

Un aumento delle vibrazioni può essere legato al dente, ma anche a disallineamento, fondazioni e velocità del motore.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Rapporto $i = n_{\text{ingresso}} / n_{\text{uscita}}$; coppia ideale in uscita $T_{\text{out}} = T_{\text{in}} \cdot i \cdot \eta$, con rendimento η espresso come numero tra 0 e 1.

Esempio guidato. Con 1.500 giri/min in ingresso e rapporto 5, la velocità attesa in uscita è 300 giri/min; una coppia di 100 N m diventa circa 450 N m se $\eta = 0,90$.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione ai riduttori • Componenti di un riduttore • Ingranaggi conici • Ingranaggi a vite senza fine • Tipologie di cuscinetti • Introduzione alle linguette meccaniche

Durata indicata nella pagina del percorso: 12h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

RIDUTTORI E INGRANAGGI

Leggere rapporti cinematici, usure dei denti e problemi di lubrificazione.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Rilevare targa, velocità ingresso/uscita, rapporto, senso di rotazione e carico trasmesso.
- 02** Controllare livello, temperatura e aspetto dell'olio seguendo condizioni di misura definite.
- 03** Registrare vibrazioni nei punti predisposti e confrontare frequenze legate a rotazione e ingranamento.
- 04** Ispezionare sfati, tenute, fissaggi, base e collegamenti con motore e macchina utilizzatrice.
- 05** In fermata sicura valutare gioco, impronta di contatto e morfologia dei denti secondo istruzioni del costruttore.
- 06** Correlare risultati con eventi di sovraccarico, cambi olio e variazioni di processo.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

RIDUTTORI E INGRANAGGI

Leggere rapporti cinematici, usure dei denti e problemi di lubrificazione.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Rumore di ingranamento	usura dente o carico variabile	analisi frequenze e controllo dell'impronta
Olio molto caldo	carico, viscosità o raffreddamento	misurare temperature e condizioni di esercizio
Particelle metalliche	usura interna di ingranaggi o cuscinetti	analisi olio e ispezione mirata
Perdita al paraolio	usura labbro, albero o pressione interna	controllare sfiato e superficie albero

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un riduttore cambia tonalità acustica dopo una modifica della velocità di linea. La temperatura cresce leggermente ma rimane stabile. Si rilevano campioni d'olio e spettri prima di ipotizzare un danno dei denti. Il segnale principale segue la nuova frequenza di ingranamento senza comparsa di particolato metallico anomalo. La squadra decide di mantenere monitoraggio rinforzato e verificare l'allineamento al prossimo arresto. Il caso distingue variazione fisiologica del segnale da prova certa di guasto.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

RIDUTTORI E INGRANAGGI

Leggere rapporti cinematici, usure dei denti e problemi di lubrificazione.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Rapporto, potenza e regime operativo annotati	Nota: _____
☐ Livello e tipologia olio corretti	Nota: _____
☐ Campioni olio tracciati per data e ore	Nota: _____
☐ Vibrazioni, temperatura e rumore in trend	Nota: _____
☐ Sfiato, tenute e supporti controllati	Nota: _____
☐ Eventuali particelle o immagini dei denti archiviate	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Scegliere viscosità solo in base alla temperatura ambiente.
- Attribuire ogni picco armonico a rottura dei denti.
- Aprire il carter senza procedure di isolamento e pulizia.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Pitting	Crateri superficiali da fatica di contatto
Backlash	Gioco tra superfici dei denti
Rapporto di riduzione	Relazione tra velocità d'ingresso e uscita
Frequenza di ingranamento	Frequenza legata a numero denti e rotazione

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "rumore di ingranamento"?

Risposta attesa: analisi frequenze e controllo dell'impronta. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

ELEMENTI DI TENUTA

Selezionare e ispezionare guarnizioni, paraoli e tenute in relazione al fluido.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Una tenuta statica lavora tra superfici senza moto relativo; una tenuta dinamica opera invece su alberi o parti in movimento.

04

Una perdita può derivare da taglio, estrusione, indurimento, rigonfiamento o usura del labbro di tenuta.

02

O-ring, guarnizioni piane, paraoli, tenute meccaniche e baderne non sono direttamente sostituibili senza analisi del servizio.

05

La sede deve essere pulita e conforme: spigoli vivi, bave e montaggio a secco possono danneggiare il componente nuovo.

03

Compatibilità chimica, temperatura, pressione e finitura superficiale condizionano la scelta del materiale elastomerico o metallico.

06

Anche le pressioni interne e gli sfiati devono essere controllati: sostituire il paraolio senza rimuovere la sovrappressione può essere inutile.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Per una tenuta, verificare sempre insieme pressione differenziale, temperatura, velocità periferica e compatibilità del materiale. Non esiste una pressione massima universale valida per tutti gli O-ring.

Esempio guidato. Un O-ring idoneo al contatto con olio minerale non è automaticamente idoneo a solventi o vapore: la scheda chimica specifica è il criterio decisivo.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Che cos'è una tenuta? • Tipologie di tenuta • Introduzione alle baderne • Tipologie di baderne • Specifiche delle tenute meccaniche • Introduzione ai paraoli

Durata indicata nella pagina del percorso: 12h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

ELEMENTI DI TENUTA

Selezionare e ispezionare guarnizioni, paraoli e tenute in relazione al fluido.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Individuare esattamente dove compare la perdita, il fluido e la condizione termica e pressoria.
- 02** Verificare codice, profilo, materiale e dimensione originale, evitando compatibilità assunte per analogia.
- 03** Ispezionare albero, alloggiamento e finitura superficiale cercando scanalature e corrosione.
- 04** Dopo isolamento e pulizia, installare con utensili che distribuano correttamente la forza sul componente.
- 05** Rispettare orientamento del labbro e lubrificazione di montaggio prescritti dal costruttore.
- 06** Eseguire prova di tenuta controllata e monitorare nuovamente dopo stabilizzazione termica.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

ELEMENTI DI TENUTA

Selezionare e ispezionare guarnizioni, paraoli e tenute in relazione al fluido.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Perdita a freddo	indurimento o contrazione del materiale	verificare compatibilità termica
Taglio sull'O-ring	spigolo vivo o montaggio in torsione	esaminare sede e sequenza installazione
Labbro paraolio bruciato	lubrificazione insufficiente o velocità elevata	controllare pista e condizioni di servizio
Estrusione guarnizione	pressione e gioco eccessivi	verificare dimensioni e supporti anti-estrusione

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Una pompa mostra una perdita dalla zona dell'albero subito dopo la revisione. La prima ipotesi è un difetto della nuova tenuta, ma l'ispezione rileva una rigatura nella pista di contatto. Il ricambio identico continuerebbe a lavorare su una superficie non conforme. Il gruppo misura e documenta la pista, valuta una riparazione approvata o il ricambio dell'albero e modifica il controllo pre-montaggio. Questa sequenza elimina una causa ripetitiva spesso nascosta da sostituzioni frettolose.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

ELEMENTI DI TENUTA

Selezionare e ispezionare guarnizioni, paraoli e tenute in relazione al fluido.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Tipo di tenuta e materiale identificati	Nota: _____
☐	Superfici di contatto prive di graffi critici	Nota: _____
☐	Compatibilità con fluido verificata	Nota: _____
☐	Dimensione e verso di montaggio confermati	Nota: _____
☐	Sfiati e pressione interna controllati	Nota: _____
☐	Prova di tenuta registrata con condizioni operative	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Montare tenute nuove su sedi danneggiate.
- Usare un elastomero senza verificare il fluido.
- Confondere perdita di tenuta meccanica con perdita dal paraolio.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
O-ring	Guarnizione anulare a sezione circolare
Paraolio	Tenuta radiale per alberi rotanti
Estrusione	Deformazione della tenuta dentro un gioco
Baderna	Pacco di anelli deformabili per tenuta

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "perdita a freddo"?

Risposta attesa: verificare compatibilità termica. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

GIUNTI MECCANICI

Valutare accoppiamenti, allineamento, disassamento e trasmissione della coppia.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

I giunti collegano alberi trasmettendo coppia; alcuni compensano limitati disallineamenti ma nessuno corregge errori illimitati di montaggio.

04

Un giunto elastico può smorzare urti torsionali; l'elemento flessibile richiede però controllo di usura e compatibilità.

02

Giunti rigidi, elastici, a denti, a lamelle e a catena presentano diversi requisiti di lubrificazione, protezione e rigidità.

05

La distanza tra estremità degli alberi e la dilatazione termica vanno confrontate con il disegno di montaggio.

03

Disallineamento parallelo e angolare producono sollecitazioni differenti e possono accelerare guasti dei supporti.

06

Le protezioni meccaniche e i sistemi di blocco sono essenziali: un giunto apparentemente piccolo può immagazzinare energia significativa.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Velocità angolare $\omega = 2\pi n/60$; potenza meccanica $P = T\omega$. Un giunto va selezionato anche per i picchi di coppia e il fattore di servizio.

Esempio guidato. A 1.500 giri/min e 20 kW, la coppia media vale circa 127 N m; il dimensionamento finale deve considerare avviamenti e carichi transitori.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione ai giunti meccanici • Tipologie di giunti meccanici • Giunto conico • Giunto a catena • Giunto flessibile a perni elastici per alte velocità • Giunto flessibile a perni elastici

Durata indicata nella pagina del percorso: 16h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

GIUNTI MECCANICI

Valutare accoppiamenti, allineamento, disassamento e trasmissione della coppia.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare modello, coppia nominale, velocità e condizioni di installazione dal catalogo tecnico.
- 02** Controllare basamento, piedi zoppi, fissaggi e condizioni a freddo prima dell'allineamento.
- 03** Misurare disassamento parallelo e angolare con comparatori o strumento laser adeguato.
- 04** Tenere conto degli spostamenti termici previsti e applicare le tolleranze del gruppo motore-macchina.
- 05** Verificare serraggi, gioco assiale, stato degli inserti e protezione dopo la regolazione.
- 06** Ripetere le misure dopo il primo esercizio alle condizioni concordate e archiviare la lettura iniziale.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

GIUNTI MECCANICI

Valutare accoppiamenti, allineamento, disassamento e trasmissione della coppia.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Inserto elastico consumato	urti di coppia o disallineamento	verificare profilo carico e centraggio
Vibrazione a 1x rotazione	squilibrio o disallineamento	confrontare fase, direzione e trend
Bulloni che si allentano	vibrazione o sequenza di serraggio errata	controllare montaggio e coppie indicate
Usura precoce lamelle	eccentricità o spostamento assiale	misurare allineamento e dilatazione

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Dopo la sostituzione di un motore, un gruppo pompa lavora con vibrazioni superiori al precedente. Il giunto elastico appare integro e per questo non viene sostituito. Un controllo dimensionale mostra però un disallineamento angolare aggravato dall'appoggio imperfetto di un piede del motore. La squadra corregge il basamento, riallinea a freddo tenendo conto della crescita termica e registra il controllo in esercizio. Il caso insegna a non usare la flessibilità del giunto come giustificazione di un montaggio impreciso.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

GIUNTI MECCANICI

Valutare accoppiamenti, allineamento, disassamento e trasmissione della coppia.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Modello e fattore di servizio verificati	Nota: _____
☐ Disallineamento parallelo e angolare misurati	Nota: _____
☐ Gioco assiale e distanza alberi conformi	Nota: _____
☐ Inserti e bulloneria ispezionati	Nota: _____
☐ Protezioni ricollocate prima dell'avvio	Nota: _____
☐ Valori finali e condizioni termiche registrati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Usare un giunto flessibile per mascherare un forte disallineamento.
- Stringere bulloni senza riferimento a sequenza e coppia prescritta.
- Verificare l'allineamento senza controllare prima il basamento.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Disallineamento	Differenza di asse tra due alberi
Crescita termica	Spostamento geometrico durante riscaldamento
Piede zoppo	Appoggio irregolare del supporto di una macchina
Giunto a lamelle	Accoppiamento flessibile con elementi metallici sottili

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "inserto elastico consumato"?

Risposta attesa: verificare profilo carico e centraggio. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

VAGLI VIBRANTI

Individuare cause di vagliatura inefficace e fatica strutturale.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Il vaglio separa materiale in classi granulometriche grazie a superficie vagliante e moto vibratorio controllato.

04

Molle, supporti, telai e fissaggi trasmettono e isolano carichi dinamici; crepe e perdita di precarico hanno impatto sulla sicurezza.

02

Apertura delle maglie, inclinazione, umidità, velocità di alimentazione e stratificazione condizionano la qualità della separazione.

05

La distribuzione di materiale sulla larghezza del vaglio influenza usura e rendimento; alimentazioni decentrate producono differenze locali.

03

Ampiezza, frequenza e traiettoria devono essere misurate secondo specifiche: un aumento non è sempre sinonimo di produttività.

06

L'ispezione dei vibratori e della struttura deve considerare residui, rischi di caduta, rumore e avviamento inatteso.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Resa di separazione: confrontare percentuali delle classi granulometriche in alimentazione e nei flussi di uscita. Una misura affidabile richiede campioni rappresentativi e un metodo di prova coerente.

Esempio guidato. Se il 18% di un campione di prodotto grossolano passa al setaccio di controllo rispetto a un obiettivo del 5%, il problema va confermato con più campioni prima di regolare la macchina.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alla vagliatura • Tipologie di vagli • Funzionamento del vaglio a banana • Funzionamento del vaglio a piano inclinato • Tipologie di azionamento • Reti vaglianti

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

VAGLI VIBRANTI

Individuare cause di vagliatura inefficace e fatica strutturale.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare apertura delle reti, granulometria in ingresso, portata e specifiche del movimento.
- 02** Osservare in sicurezza la distribuzione di alimentazione e i punti di accumulo e intasamento.
- 03** Rilevare ampiezza e frequenza nei punti stabiliti, evitando misure comparate con carichi non equivalenti.
- 04** Controllare visivamente telaio, molle, fissaggi, supporti e condizioni delle superfici vaglianti.
- 05** Con macchina isolata verificare deformazioni, rete danneggiata, serraggi e possibili cricche.
- 06** Dopo la manutenzione, confrontare qualità della separazione, vibrazioni e portata in condizioni ripetibili.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

VAGLI VIBRANTI

Individuare cause di vagliatura inefficace e fatica strutturale.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Prodotto fuori specifica	rete consumata o intasata	campionamento granulometrico e ispezione
Vibrazione asimmetrica	alimentazione sbilanciata o molle diverse	misure su lati opposti
Rumore metallico	bullone allentato o crepa	ispezione del telaio in fermata sicura
Portata inferiore	umidità o accumulo nella rete	controllare alimentazione e pulizia

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Il laboratorio segnala un aumento dei fini nel prodotto grossolano di un impianto. Il vibratore non mostra allarmi evidenti. La manutenzione propone di aumentare l'ampiezza, ma l'ispezione a fermo identifica zone della rete parzialmente occluse da materiale umido. Si controlla la distribuzione dell'alimentazione, si pulisce la superficie e si ripete il campionamento. L'efficienza torna al livello abituale senza sovraccaricare il telaio. Emerge la differenza fra prestazione di processo e intensità delle vibrazioni.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

VAGLI VIBRANTI

Individuare cause di vagliatura inefficace e fatica strutturale.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Qualità dei campioni registrata	Nota: _____
☐	Reti e fissaggi esaminati	Nota: _____
☐	Ampiezza e frequenza tracciate	Nota: _____
☐	Molle e telaio privi di danni visibili	Nota: _____
☐	Alimentazione distribuita in modo uniforme	Nota: _____
☐	Interventi e test finali documentati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Compensare reti danneggiate aumentando la vibrazione.
- Eseguire ispezioni strutturali in prossimità di parti in moto.
- Confrontare ampiezze rilevate a regimi di alimentazione diversi.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Ampiezza	Entità dello spostamento vibratorio
Vagliatura	Separazione del materiale per dimensioni
Intasamento	Occlusione delle aperture della rete
Stratificazione	Riordino delle particelle sul letto di materiale

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "prodotto fuori specifica"?

Risposta attesa: campionamento granulometrico e ispezione. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

VALVOLE INDUSTRIALI

Distinguere tipologia, tenuta, attuazione e diagnostica delle valvole.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Valvole di intercettazione, regolazione e non ritorno assolvono funzioni diverse e non dovrebbero essere scelte solo in base al diametro.

04

Cavitazione, flashing ed erosione possono danneggiare componenti della regolazione in presenza di elevate cadute di pressione.

02

La caratteristica di flusso e il coefficiente C_v/K_v descrivono la capacità di passaggio in determinate condizioni; non sostituiscono il dimensionamento idraulico.

05

Un attuatore pneumatico o elettrico può generare difetti diversi da quelli del corpo valvola; serve diagnosi separata.

03

Sede, otturatore, guarnizioni, stelo e premistoppa sono soggetti a fenomeni specifici di usura e perdita.

06

Le condizioni di prova della tenuta vanno riferite alla classe e alla procedura specificate, non dedotte da osservazioni arbitrarie.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Per liquidi con condizioni appropriate, $Q = K_v \cdot \sqrt{\Delta p / SG}$, usando Q in m^3/h e Δp in bar. L'equazione richiede le convenzioni del coefficiente e non copre automaticamente cavitazione.

Esempio guidato. Con $K_v = 10$, $\Delta p = 1$ bar e $SG = 1$, il calcolo semplificato fornisce $Q = 10 m^3/h$; servono verifiche di regime e pressione.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alle valvole industriali • Tipologie di valvole • Valvola a sfera • Vista 3D di una valvola a sfera flottante • Valvola a membrana • Vista 3D di una valvola a membrana

Durata indicata nella pagina del percorso: 12h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

VALVOLE INDUSTRIALI

Distinguere tipologia, tenuta, attuazione e diagnostica delle valvole.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Verificare P&ID, funzione della valvola, classe di pressione, fluido e logica di sicurezza dell'attuatore.
- 02** Identificare se il difetto riguarda passaggio interno, perdita esterna, corsa o regolazione.
- 03** Registrare comandi, posizione reale, tempi di risposta e pressioni a monte e valle.
- 04** Controllare alimentazione aria o elettrica, finecorsa, posizionatore e sistema di comando.
- 05** In fermata sicura ispezionare sedi, stelo, guide e superfici di tenuta seguendo la procedura approvata.
- 06** Ripetere la prova funzionale e verificare il comportamento con l'impianto in condizioni controllate.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

VALVOLE INDUSTRIALI

Distinguere tipologia, tenuta, attuazione e diagnostica delle valvole.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Non chiude ermeticamente	sede usurata o corpo estraneo	prova tenuta secondo specifica
Corsa lenta	attrito stelo o pressione aria ridotta	trend posizione-comando e alimentazione
Perdita dal premistoppa	compressione o baderna impropria	verificare tenuta e istruzioni
Rumore anomalo in regolazione	cavitazione o forte turbolenza	misurare delta p e stato del processo

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Una valvola di regolazione oscilla attorno al setpoint e il reparto chiede di cambiare il corpo. Il manutentore confronta segnale di comando, pressione d'aria e feedback di corsa; scopre un comportamento a scatti del posizionatore. Prima dell'intervento si verifica che la valvola sia idonea al controllo richiesto. Viene eseguita la manutenzione dell'attuatore e la risposta dinamica migliora. Il caso evidenzia che oscillazioni del processo possono originare dalla catena di controllo e non dalla sede valvola.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

VALVOLE INDUSTRIALI

Distinguere tipologia, tenuta, attuazione e diagnostica delle valvole.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Funzione e posizione di sicurezza identificate	Nota: _____
☐	Perdite esterne e interne differenziate	Nota: _____
☐	Attuatore e alimentazione controllati	Nota: _____
☐	Corsa e segnali di posizione tracciati	Nota: _____
☐	Materiale sede e tipo tenuta verificati	Nota: _____
☐	Prova finale definita e documentata	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Applicare la stessa procedura a valvole di isolamento e regolazione.
- Attribuire al corpo un guasto del posizionatore.
- Provare una valvola senza proteggere da pressione residua.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Kv	Coefficiente metrico di portata della valvola
Premistoppa	Sistema di tenuta intorno allo stelo
Posizionatore	Dispositivo che regola la posizione attuatore
Flashing	Vaporizzazione persistente dopo caduta di pressione

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "non chiude ermeticamente"?

Risposta attesa: prova tenuta secondo specifica. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

OLEODINAMICA INDUSTRIALE

Interpretare schemi, pressione, portata e guasti dei circuiti idraulici.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

La pompa oleodinamica produce portata; la pressione è conseguenza delle resistenze del carico e delle regolazioni del circuito.

04

La contaminazione dell'olio accelera usura di servovalvole, pompe e guarnizioni e può bloccare componenti con tolleranze strette.

02

Valvole distributrici, limitatrici e regolatrici di flusso controllano direzione, pressione e velocità degli attuatori.

05

Cavitazione e aerazione non sono equivalenti: vanno distinte tramite condizioni di aspirazione, aspetto del fluido e rumore.

03

Un cilindro può muoversi lentamente per perdite interne, scarsa portata o restrizioni; senza misure il sintomo è ambiguo.

06

Un circuito idraulico può conservare pressione anche dopo lo spegnimento per effetto di accumulatori e carichi sospesi.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Forza del cilindro: $F = p \cdot A$; velocità ideale: $v = Q/A$. Usare pressioni relative e aree effettive differenti per estensione e rientro con stelo.

Esempio guidato. Per pressione utile di 100 bar e area di 20 cm², la forza teorica è circa 20 kN, prima di attriti e perdite.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione all'oleodinamica • Grandezze fisiche dei sistemi oleodinamici • Vista 3D: struttura di base di un impianto oleodinamico • Simulazione interattiva: simbologia oleodinamica • Pompe oleodinamiche • Introduzione alle pompe a pistoncini

Durata indicata nella pagina del percorso: 20h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

OLEODINAMICA INDUSTRIALE

Interpretare schemi, pressione, portata e guasti dei circuiti idraulici.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Leggere schema P&ID o schema ISO del circuito e identificare ogni valvola prima di misurare.
- 02** Registrare pressione, portata, temperatura, livello e posizione degli attuatori in ciclo ripetibile.
- 03** Verificare filtri, indicatori di intasamento, aspirazione e stato del serbatoio.
- 04** Usare punti prova e strumenti dimensionati, con protezione da iniezione di fluido ad alta pressione.
- 05** Con isolamento, scaricare in sicurezza gli accumulatori e sostenere eventuali carichi gravitazionali.
- 06** Dopo riparazione eseguire spurgo e prova funzionale progressiva sotto controllo autorizzato.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

OLEODINAMICA INDUSTRIALE

Interpretare schemi, pressione, portata e guasti dei circuiti idraulici.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Cilindro lento	portata bassa o trafileamento interno	misurare tempi ciclo e perdite
Pressione che non sale	limitatrice tarata male o pompa usurata	misurare pressione in punti definiti
Olio schiumoso	ingresso d'aria o ritorno turbolento	controllare aspirazione e serbatoio
Valvola che si blocca	contaminanti o problemi elettrici	campione olio e misura del comando

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Una pressa rallenta nel ritorno mentre la pressione massima rimane normale. Sostituire la pompa sarebbe un intervento costoso e poco giustificato. La squadra misura i tempi delle fasi e individua un differenziale crescente su un filtro in linea, insieme a temperatura più alta durante i cicli rapidi. Dopo la sostituzione dell'elemento filtrante e una verifica della contaminazione del circuito, i tempi migliorano. La ricerca ha separato un problema di portata da uno di capacità di sviluppare pressione.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

OLEODINAMICA INDUSTRIALE

Interpretare schemi, pressione, portata e guasti dei circuiti idraulici.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Schema e valvole identificati	Nota: _____
☐ Pressioni e tempi ciclo registrati	Nota: _____
☐ Filtri, serbatoio e condizioni olio controllati	Nota: _____
☐ Accumulatori e carichi bloccati prima dell'intervento	Nota: _____
☐ Tubi e raccordi ispezionati senza contatto diretto con perdite	Nota: _____
☐ Spurgo e prova funzionale completati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Cercare perdite ad alta pressione passando la mano sui tubi.
- Confondere pressione nominale con portata disponibile.
- Svitare raccordi senza eliminare energia residua.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Portata	Volume di fluido trasportato per unità di tempo
Valvola limitatrice	Impedisce un eccesso di pressione del circuito
Accumulatore	Componente che immagazzina energia idraulica
Trafilamento	Passaggio non voluto di fluido tra camere

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "cilindro lento"?

Risposta attesa: misurare tempi ciclo e perdite. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

MONITORAGGIO ONLINE DEI MACCHINARI

Progettare misure continue che producano decisioni e non soltanto allarmi.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Il monitoraggio online usa sensori e acquisizione automatica per osservare variabili quali vibrazione, temperatura, corrente e pressione.

02

La scelta dei sensori dipende dalle modalità di guasto rilevanti; misurare tutto non è sinonimo di diagnosi migliore.

03

Campionamento, banda passante, posizionamento e calibrazione influenzano la leggibilità dei segnali e la comparabilità nel tempo.

04

Baseline, livelli di attenzione e criteri di allarme devono essere collegati a regime, carico e criticità del macchinario.

05

Un sistema utile separa anomalie transitorie, deriva del processo e guasti meccanici tramite contesto e conferme indipendenti.

06

Il flusso dati deve arrivare a una responsabilità operativa: rilevazione, verifica, ordine di lavoro, intervento e riscontro.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Copertura monitoraggio = asset critici sorvegliati / asset critici individuati * 100. Misurare anche la quota di allarmi confermati e il tempo fra allarme e verifica.

Esempio guidato. Se su 40 asset critici 30 sono sorvegliati, la copertura è 75%; non indica da sola la qualità della diagnostica.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione al monitoraggio online • Monitoraggio dei nastri trasportatori • Monitoraggio dell'olio • Monitoraggio delle tubazioni • Monitoraggio delle macchine rotanti • Monitoraggio del lubrificante

Durata indicata nella pagina del percorso: 6h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

MONITORAGGIO ONLINE DEI MACCHINARI

Progettare misure continue che producano decisioni e non soltanto allarmi.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Selezionare gli asset critici e descrivere quali guasti si intende anticipare e quale tempo di preavviso serve.
- 02** Definire parametri, unità, posizioni dei sensori e frequenze di campionamento adeguate.
- 03** Raccogliere baseline in condizioni rappresentative, includendo regime e carico nel database.
- 04** Stabilire regole di validazione del dato per distinguere sensori guasti da fenomeni fisici.
- 05** Definire soglie basate su storico, costruttore e gravità del rischio con responsabili delle escalation.
- 06** Verificare periodicamente che gli allarmi generino azioni utili e aggiornare le soglie dopo gli interventi.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

MONITORAGGIO ONLINE DEI MACCHINARI

Progettare misure continue che producano decisioni e non soltanto allarmi.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Allarme frequente senza difetto	soglia non contestualizzata	correlare con carico e transitori
Segnale interrotto	cablaggio, alimentazione o rete	controllare salute e disponibilità del sensore
Picco vibrazionale isolato	urto di processo o evento anomalo	confrontare altri sensori e timeline
Tendenza lenta crescente	degrado meccanico o deriva strumentale	confrontare baseline e validare misura

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un ventilatore genera oltre cento allarmi alla settimana, ma nessun intervento preventivo. L'analisi rivela che una singola soglia viene applicata sia all'avviamento sia alla marcia stabile. Il team separa le condizioni operative e verifica la ripetibilità dei segnali. Gli allarmi diventano meno numerosi ma meglio descritti; ogni evento include l'asset, la misura, il regime e una verifica richiesta. L'esito corretto non si misura solo nel numero di notifiche, ma nella riduzione dei guasti e delle verifiche inutili.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

MONITORAGGIO ONLINE DEI MACCHINARI

Progettare misure continue che producano decisioni e non soltanto allarmi.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Elenco asset e guasti osservabili aggiornato	Nota: _____
☐ Sensori identificati con posizione e unità	Nota: _____
☐ Baseline e contesto operativo memorizzati	Nota: _____
☐ Soglie giustificate e con proprietario	Nota: _____
☐ Controllo periodico dei falsi allarmi	Nota: _____
☐ Interventi collegati agli eventi nel CMMS	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Installare sensori senza definire la decisione che dovranno supportare.
- Confrontare segnali acquisiti a carichi incompatibili.
- Confondere allarme strumentale con diagnosi conclusa.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Baseline	Comportamento di riferimento in condizioni definite
Trend	Evoluzione temporale di una variabile
Falso positivo	Allarme non associato al difetto cercato
Escalation	Passaggio di responsabilità per risposta a un evento

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "allarme frequente senza difetto"?

Risposta attesa: correlare con carico e transitori. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

INGLESE DI BASE

Comunicare in sicurezza con manuali tecnici, schede e squadre internazionali.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

La terminologia tecnica va appresa insieme al contesto: seal può indicare una tenuta, mentre bearing indica un cuscinetto.

04

Le frasi con must, should e may indicano livelli diversi di obbligo o possibilità nel documento di origine.

02

I verbi inspect, measure, isolate, tighten e replace descrivono azioni di manutenzione e devono essere associati a istruzioni univoche.

05

Units e abbreviations devono essere interpretate con attenzione: psi, bar, inches, mm, rpm e N m non sono intercambiabili.

03

La forma imperativa è comune nei manuali, ma la procedura reale deve chiarire permessi, strumenti e condizioni sicure.

06

Comunicazione di turno efficace significa riportare fenomeno, misura, intervento e situazione residua senza termini ambigui.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Struttura utile di frase: The [equipment] shows [symptom] at [load/speed]. We measured [value and unit]. The next step is [action].

Esempio guidato. Esempio: The pump shows low flow at normal speed. We measured 8 m³/h at the outlet. We will check the suction filter during the planned shutdown.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Come presentarsi • Paesi e nazionalità • Lessico • Esercizi • Lessico finanziario • Esercizi sulle professioni

Durata indicata nella pagina del percorso: 12h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

INGLESE DI BASE

Comunicare in sicurezza con manuali tecnici, schede e squadre internazionali.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Leggere una scheda tecnica e creare una tabella con termine inglese, traduzione, componente e unità.
- 02** Prima dell'attività, ripetere in lingua semplice le istruzioni critiche per verificare la comprensione.
- 03** Usare un modello di handover: equipment, symptom, readings, action, status, next step.
- 04** Per le istruzioni di sicurezza, distinguere esattamente warning, caution e note secondo il manuale.
- 05** Quando un termine resta incerto, consultare glossario tecnico e disegno invece di indovinare dal contesto.
- 06** Scrivere un rapporto breve con passato per le azioni svolte e indicazioni chiare per il turno successivo.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

INGLESE DI BASE

Comunicare in sicurezza con manuali tecnici, schede e squadre internazionali.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Leakage reported	perdita interna oppure esterna non specificata	chiedere punto esatto e condizioni
Motor tripped	arresto di protezione non descritto	richiedere codice allarme e quadro
Low flow	portata sotto atteso	verificare unità, punto di misura e baseline
Loose coupling	descrizione generica di giunto	verificare componente e tipo di gioco

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un fornitore estero chiede: Please check the bearing temperature at steady state. L'operatore traduce inizialmente steady state come macchina ferma, con rischio di registrare dati non confrontabili. La squadra chiarisce che si tratta della condizione di funzionamento stabilizzata, pianifica la misura con protezioni adeguate e invia una risposta completa: temperatura, punto di misura, regime, ora e confronto con dati precedenti. La corretta terminologia modifica la qualità della diagnosi.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

INGLESE DI BASE

Comunicare in sicurezza con manuali tecnici, schede e squadre internazionali.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Termini meccanici e di processo in glossario	Nota: _____
☐ Unità e simboli confermati	Nota: _____
☐ Istruzioni di sicurezza comprese	Nota: _____
☐ Descrizione fenomeno con luogo e momento	Nota: _____
☐ Rapporto di turno con azioni svolte	Nota: _____
☐ Dubbi linguistici risolti prima di intervenire	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Tradurre bearing con supporto in ogni contesto.
- Confondere steady state con macchina arrestata.
- Omettere unità e condizioni operative nei messaggi tecnici.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Bearing	Cuscinetto
Seal	Tenuta o guarnizione, secondo contesto
Shaft	Albero
Shutdown	Arresto o fermata impianto
Leak	Perdita di fluido

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "leakage reported"?

Risposta attesa: chiedere punto esatto e condizioni. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

LUBRIFICAZIONE INDUSTRIALE

Gestire lubrificante, contaminazione, viscosità e intervalli di rilubrificazione.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

L'olio e il grasso riducono contatto fra superfici e contribuiscono a dissipazione termica e protezione dalla corrosione.

04

La quantità di grasso dipende dalla geometria del cuscinetto e dal metodo di alimentazione, non da una regola universale.

02

La viscosità è funzione della temperatura: troppo bassa riduce la pellicola, troppo elevata può aumentare perdite per attrito.

05

Analisi dell'olio, conteggio particelle e acqua supportano la diagnosi se il campionamento è ripetibile.

03

Base oil, additivi e compatibilità vanno valutati per applicazione; mischiare prodotti può causare fenomeni indesiderati.

06

Pulizia di attrezzi e contenitori evita che la manutenzione stessa introduca contaminanti nel sistema.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Viscosità cinematica $\nu = \mu/\rho$, con viscosità dinamica μ e densità ρ . Il grado ISO VG identifica un intervallo di viscosità a 40 gradi C secondo la classificazione.

Esempio guidato. Un olio ISO VG 68 non mantiene 68 mm²/s a tutte le temperature: il valore nominale è legato alla temperatura di riferimento.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alla lubrificazione • Attrito • Funzioni dei lubrificanti • Tipologie di lubrificanti • Additivi • Proprietà dell'olio lubrificante

Durata indicata nella pagina del percorso: 16h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

LUBRIFICAZIONE INDUSTRIALE

Gestire lubrificante, contaminazione, viscosità e intervalli di rilubrificazione.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Leggere targa e specifica della macchina, quindi identificare grado, prodotto e metodo di lubrificazione approvato.
- 02** Mappare ogni punto con codice, quantità prescritta, intervallo e attrezzatura adatta.
- 03** Pulire nippli e accessi prima di introdurre grasso; usare sistemi di distribuzione dedicati.
- 04** Registrare ore e temperature d'esercizio, eventi di umidità e perdite.
- 05** Prelevare campioni rappresentativi con flaconi idonei e punti coerenti.
- 06** Riesaminare gli intervalli in base a ambiente, carico, analisi e risultati delle ispezioni.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

LUBRIFICAZIONE INDUSTRIALE

Gestire lubrificante, contaminazione, viscosità e intervalli di rilubrificazione.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Cuscinetto surriscaldato	eccesso di grasso o viscosità errata	verificare dosaggio e specifica
Olio torbido	acqua o aerazione	eseguire test acqua e controllo serbatoio
Particelle elevate	contaminazione esterna o usura interna	trend del conteggio e analisi ferro
Schiuma ricorrente	aria, livello o incompatibilità	controllare ritorni e prodotti utilizzati

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

In un impianto polveroso i cuscinetti vengono ingrassati frequentemente e tuttavia falliscono in anticipo. La squadra osserva che gli ingrassatori non vengono puliti prima dell'uso e che diverse cartucce restano aperte vicino alla produzione. Si standardizzano contenitori, codici e pulizia; si attiva una registrazione delle dosi effettive. Dopo alcuni cicli il lubrificante prelevato presenta meno particelle. La lezione pratica è che aumentare la frequenza di ingrassaggio non sostituisce il controllo della contaminazione.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

LUBRIFICAZIONE INDUSTRIALE

Gestire lubrificante, contaminazione, viscosità e intervalli di rilubrificazione.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Prodotto e grado compatibili verificati	Nota: _____
☐ Punti lubrificazione identificati e puliti	Nota: _____
☐ Quantità e ore registrate	Nota: _____
☐ Attrezzature dedicate e protette	Nota: _____
☐ Campioni rappresentativi identificati	Nota: _____
☐ Anomalie e consumo tracciati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Aggiungere grasso fino a quando fuoriesce senza istruzioni specifiche.
- Miscelare oli solo per somiglianza di viscosità.
- Usare contenitori sporchi o aperti vicino alla macchina.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
ISO VG	Classificazione della viscosità industriale
Rilubrificazione	Reintegro controllato del lubrificante
Contaminazione	Ingresso di particelle, acqua o sostanze indesiderate
Tribologia	Studio di attrito, usura e lubrificazione

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "cuscinetto surriscaldato"?

Risposta attesa: verificare dosaggio e specifica. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

METROLOGIA

Eseguire misure dimensionali ripetibili e riconoscere l'incertezza.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

La misura è una stima della grandezza, non la verità assoluta: risoluzione, taratura, ambiente e operatore contribuiscono all'incertezza.

04

La temperatura influenza il risultato per dilatazione; componenti caldi e strumenti freddi non sono una condizione equivalente.

02

Calibro, micrometro, comparatore e alesametro hanno campi e sensibilità differenti; la scelta dipende dalla tolleranza richiesta.

05

Ripetibilità e riproducibilità descrivono fonti diverse di variazione tra misure.

03

Accoppiamenti albero-foro impongono limiti dimensionali e geometrici che devono essere letti dal disegno.

06

Un controllo è utile solo quando comprende identificazione del pezzo, unità, valore misurato e criterio di accettazione.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Errore di indicazione = lettura - valore di riferimento; incertezza non coincide con errore. Per valutare conformità serve la regola decisionale definita dall'organizzazione.

Esempio guidato. Se il diametro letto è 50,02 mm e il riferimento è 50,00 mm, l'errore indicato è +0,02 mm, al netto delle condizioni di verifica.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alla metrologia • Unità di misura • Strumenti di misura • Lettura delle scale metriche e imperiali • Micrometro • Tipologie di micrometri

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

METROLOGIA

Eseguire misure dimensionali ripetibili e riconoscere l'incertezza.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Verificare codice e stato di taratura dello strumento rispetto alla tolleranza del disegno.
- 02** Pulire superfici del pezzo e facce di misura; evitare pressione eccessiva.
- 03** Stabilizzare, quando necessario, temperatura di pezzo e strumento.
- 04** Eseguire più letture nelle posizioni necessarie per identificare ovalità e conicità.
- 05** Annotare valore, posizione, strumento, operatore e condizioni ambientali.
- 06** Confrontare il risultato con limiti e incertezza; documentare ogni non conformità prima dell'assemblaggio.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

METROLOGIA

Eseguire misure dimensionali ripetibili e riconoscere l'incertezza.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Misure incoerenti	strumento o metodo non stabile	controllare zero, pulizia e pressione di misura
Foro fuori tolleranza	usura o deformazione del componente	misurare più sezioni e direzioni
Albero apparentemente grande	temperatura diversa dal riferimento	controllare condizione termica
Comparatore instabile	fissaggio o riferimento non rigido	verificare supporto e punto d'appoggio

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Durante il montaggio di un supporto, due operatori registrano diametri differenti dello stesso albero. Prima di rettificare il pezzo, il responsabile confronta gli strumenti e le tecniche: uno esegue la lettura su una superficie non perfettamente pulita e con componente ancora caldo. Ripetendo la misura dopo pulizia e stabilizzazione, la dispersione diminuisce. Solo a questo punto il valore viene confrontato con la tolleranza del disegno. Il caso dimostra che la decisione va separata dall'errore di misura.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

METROLOGIA

Eseguire misure dimensionali ripetibili e riconoscere l'incertezza.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Disegno e tolleranza disponibili	Nota: _____
☐ Strumento idoneo e con taratura verificata	Nota: _____
☐ Superficie pulita e temperatura considerata	Nota: _____
☐ Punti di misura identificati	Nota: _____
☐ Ripetizioni e risultati registrati	Nota: _____
☐ Decisione di accettazione tracciata	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Confondere risoluzione digitale con accuratezza.
- Usare un solo punto per valutare ovalità.
- Dichiarare conformità senza considerare la regola decisionale.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Risoluzione	Minima variazione leggibile di uno strumento
Taratura	Confronto con riferimenti e dichiarazione delle caratteristiche
Tolleranza	Campo dei valori ammessi per il componente
Ripetibilità	Concordanza sotto condizioni di misura simili

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "misure incoerenti"?

Risposta attesa: controllare zero, pulizia e pressione di misura. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

TECNICHE DI ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ

Trasformare dati di guasto in priorità di manutenzione e azioni mirate.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Affidabilità è la capacità di assolvere una funzione per un intervallo e condizioni definite; disponibilità include anche durata delle fermate.

02

MTBF e MTTR sono medie descrittive, non predizioni certe del tempo del prossimo guasto.

03

Una tassonomia coerente di asset, guasti e interventi rende confrontabili i dati raccolti nel CMMS.

04

FMEA, analisi delle cause radice, Pareto e analisi Weibull rispondono a domande diverse e richiedono dati adeguati.

05

La criticità deve integrare sicurezza, ambiente, produzione, qualità e recuperabilità dei guasti.

06

La strategia di manutenzione può combinare interventi a condizione, a tempo, ricerca guasti e modifiche progettuali.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Disponibilità intrinseca approssimata $A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$, quando le definizioni statistiche e le ipotesi del modello sono coerenti.

Esempio guidato. Con $\text{MTBF} = 200 \text{ h}$ e $\text{MTTR} = 10 \text{ h}$, A è circa 95,2%; il valore non include necessariamente attese logistiche o manutenzione programmata.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alle tecniche di analisi dell'affidabilità • Che cosa sono MTBF e MTTR? • Come interpretare i dati numerici • Curva a vasca da bagno • Analisi del degrado • Analisi pratica del degrado: caso delle reti vaglianti

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

TECNICHE DI ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ

Trasformare dati di guasto in priorità di manutenzione e azioni mirate.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Definire perimetro dell'asset e funzione attesa prima di calcolare gli indicatori.
- 02** Pulire registro guasti distinguendo evento, durata di fermata e attività preventive.
- 03** Segmentare per modalità di guasto e contesto operativo invece di sommare eventi non omogenei.
- 04** Usare Pareto e criticità per scegliere poche opportunità con conseguenze elevate.
- 05** Verificare la causa con evidenze e scegliere trattamento coerente con meccanismo del guasto.
- 06** Misurare l'efficacia con indicatori prima/dopo e aggiornare i piani di manutenzione.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

TECNICHE DI ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ

Trasformare dati di guasto in priorità di manutenzione e azioni mirate.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
MTBF in peggioramento	guasti più frequenti o variazione di uso	controllare ore e definizione evento
MTTR elevato	ricambi o procedure insufficienti	scomporre tempi attesa e riparazione
Fermi ripetitivi	causa comune non eliminata	analisi radice e confronto condizioni
Dati non confrontabili	codici guasto e perimetri diversi	normalizzare tassonomia

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Una linea registra dodici fermate in un trimestre, ma la classifica per numero di eventi non identifica il maggiore danno. Una valvola causa sette interruzioni brevi; un riduttore provoca un solo arresto di tre giorni. L'analisi incrocia frequenza, durata, conseguenze e possibilità di rilevazione. Il riduttore diventa la prima priorità per studio delle cause, ricambi e monitoraggio. La scelta mostra come il solo conteggio dei guasti distorca le decisioni di affidabilità.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

TECNICHE DI ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ

Trasformare dati di guasto in priorità di manutenzione e azioni mirate.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Definizioni di guasto e ore uniformi	Nota: _____
☐ Cause e conseguenze documentate	Nota: _____
☐ Dati mancanti segnalati	Nota: _____
☐ Criticità e rischio rivisti periodicamente	Nota: _____
☐ Azioni associate alle cause principali	Nota: _____
☐ Indicatori verificati dopo gli interventi	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Usare MTBF come garanzia che non vi saranno guasti.
- Sommare fermi di perimetri diversi senza normalizzazione.
- Fare un'analisi causale partendo da una soluzione già scelta.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
MTBF	Tempo medio tra guasti riparabili
MTTR	Tempo medio di ripristino secondo definizione adottata
RCA	Analisi delle cause radice
Disponibilità	Frazione del tempo in cui l'asset è disponibile

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "mtbf in peggioramento"?

Risposta attesa: controllare ore e definizione evento. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

PNEUMATICA INDUSTRIALE

Leggere circuiti aria compressa e diagnosticare perdite e attuazioni lente.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

La pneumatica sfrutta aria compressa; la comprimibilità influisce sulla risposta dinamica rispetto ai sistemi idraulici.

04

Le perdite producono consumo energetico e possono alterare tempi di ciclo senza bloccare completamente la macchina.

02

Gruppi filtro-regolatore, valvole direzionali e cilindri vanno interpretati come un circuito unico.

05

La qualità dell'aria, inclusi acqua, particelle e olio, è critica per dispositivi e valvole sensibili.

03

La pressione di rete non prova da sola la portata disponibile durante un movimento rapido.

06

Anche dopo la chiusura dell'alimentazione possono restare aria intrappolata, molle cariche o carichi non sostenuti.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Forza teorica di spinta $F = p \cdot A$; la forza utile effettiva è inferiore per attriti e contropressioni. La pressione va espressa in unità coerenti.

Esempio guidato. Un pistone di 50 mm di diametro con 6 bar relativi sviluppa teoricamente circa 1.178 N sulla faccia piena, prima delle perdite.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alla pneumatica • Proprietà dell'aria • Compressore d'aria • Compressore a vite • Filtrazione negli impianti pneumatici • Attuatori pneumatici lineari

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

PNEUMATICA INDUSTRIALE

Leggere circuiti aria compressa e diagnosticare perdite e attuazioni lente.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Leggere lo schema e identificare posizioni di sicurezza, alimentazione, scarichi e regolatori.
- 02** Registrare pressioni in funzionamento e tempi ciclo con carico rappresentativo.
- 03** Ispezionare connessioni e tubi con metodi idonei per individuare perdite, senza mani vicino a movimenti.
- 04** Verificare scaricatori condensa, filtrazione e eventuale lubrificazione prescritta.
- 05** Controllare comandi elettrici e pneumatici e la risposta delle valvole a macchina in sicurezza.
- 06** Dopo isolamento e scarico energia, riparare e verificare ciclo e ripetibilità del movimento.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

PNEUMATICA INDUSTRIALE

Leggere circuiti aria compressa e diagnosticare perdite e attuazioni lente.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Cilindro lento	strozzamento, portata insufficiente o perdita	misurare pressioni e tempi ciclo
Movimento irregolare	attrito o aria umida	controllare guida e trattamento aria
Valvola che non commuta	bobina o pilota non operativi	verificare segnale e pressione pilota
Consumo elevato	molte perdite o uso improprio di aria	ricerca fughe e misura del consumo

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un cilindro di spinta impiega il doppio del tempo nominale soltanto durante i picchi produttivi. I tecnici trovano la pressione statica corretta, ma quella dinamica vicino alla valvola cala quando più attuatori si muovono insieme. Si analizzano diametro tubazioni, regolazione, perdite e capacità della rete. La correzione riguarda la disponibilità di flusso e non una presunta rottura del cilindro. La verifica finale viene eseguita alle stesse condizioni di carico iniziali.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

PNEUMATICA INDUSTRIALE

Leggere circuiti aria compressa e diagnosticare perdite e attuazioni lente.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Schema e sequenza di movimento presenti	Nota: _____
☐	Pressione statica e dinamica annotate	Nota: _____
☐	Qualità aria e condensa controllate	Nota: _____
☐	Perdite e scarichi ispezionati	Nota: _____
☐	Sicurezza su carichi e parti mobili confermata	Nota: _____
☐	Tempi ciclo verificati dopo riparazione	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Deducere la portata dalla sola pressione a riposo.
- Smontare una valvola con aria residua intrappolata.
- Ridurre inutilmente lo scarico senza valutare la sicurezza di movimento.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
FRL	Gruppo filtro-regolatore-lubrificatore
Valvola 5/2	Distributore con cinque vie e due posizioni
Portata	Flusso volumetrico disponibile
Scarico rapido	Dispositivo che riduce resistenza allo scarico

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "cilindro lento"?

Risposta attesa: misurare pressioni e tempi ciclo. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

ELEMENTI FILTRANTI

Valutare la filtrazione in sistemi oleodinamici e pneumatici.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Filtrare significa rimuovere contaminanti mediante un elemento con caratteristiche definite; filtro più fine non equivale sempre a scelta migliore.

04

Intasamento progressivo aumenta la perdita di carico e può provocare bypass, riduzione di portata o deformazioni dell'elemento.

02

Un elemento filtrante va dimensionato per portata, viscosità, pressione differenziale e ambiente operativo.

05

Il campionamento a valle aiuta a verificare efficacia reale e possibili ingressi di contaminazione dopo il filtro.

03

Il valore beta di filtrazione confronta particelle a monte e a valle per una dimensione definita secondo la prova adottata.

06

Cartucce, guarnizioni e vasche di raccolta devono essere gestite senza introdurre ulteriori contaminanti.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Rapporto $\beta_x = N_{\text{monte}}(\geq x) / N_{\text{valle}}(\geq x)$; efficienza di rimozione relativa a x: $E = (1 - 1/\beta_x) \cdot 100\%$.

Esempio guidato. Con $\beta_x = 200$, l'efficienza nominale calcolata per quella dimensione è 99,5%, nelle condizioni della prova.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione ai filtri oleodinamici • Componenti di un filtro oleodinamico • Tipologie di elementi filtranti • Tipologie di filtrazione • Filtrazione offline • Filtri di sfiato

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

ELEMENTI FILTRANTI

Valutare la filtrazione in sistemi oleodinamici e pneumatici.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare codice filtro e punto di installazione nello schema, con tipo di fluido e classe richiesta.
- 02** Misurare pressione differenziale in condizioni termiche e di portata note.
- 03** Verificare indicatore di intasamento, valvola bypass e storico sostituzioni.
- 04** Prelevare campioni rappresentativi prima e dopo dove il circuito lo consente.
- 05** Durante la sostituzione isolare pressione, mantenere pulizia e installare cartuccia e tenute corrette.
- 06** Confrontare delta p e qualità del fluido dopo stabilizzazione, registrando lotto e data.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

ELEMENTI FILTRANTI

Valutare la filtrazione in sistemi oleodinamici e pneumatici.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Delta p elevato	elemento saturo o fluido viscoso a freddo	confronto a temperatura stabile
Contaminazione a valle	bypass aperto o montaggio difettoso	verificare valvola e tenute
Elemento collassato	delta p eccessivo o cartuccia impropria	ispezionare supporto e codice
Intasamento precoce	ingresso contaminanti o usura attiva	analisi particellare e causa

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

In una centrale idraulica viene sostituita spesso la cartuccia perché l'indicatore scatta al primo avviamento mattutino. La pressione differenziale misurata con olio freddo e viscoso si riduce dopo la stabilizzazione termica. Il team verifica che la valvola di bypass e la cartuccia siano dimensionate correttamente e distingue le condizioni fredde da un effettivo intasamento. Si evita così una sostituzione ripetitiva non necessaria, mantenendo comunque il controllo della contaminazione reale.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

ELEMENTI FILTRANTI

Valutare la filtrazione in sistemi oleodinamici e pneumatici.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Codice e compatibilità filtro verificati	Nota: _____
☐	Delta p misurato a condizioni note	Nota: _____
☐	Bypass e indicatore controllati	Nota: _____
☐	Pulizia durante manutenzione rispettata	Nota: _____
☐	Campioni prima/dopo tracciati	Nota: _____
☐	Valori post-sostituzione registrati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Confrontare delta p a temperature molto differenti.
- Acquistare il filtro solo per la dimensione della filettatura.
- Aprire un corpo filtro senza eliminare pressione residua.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Beta ratio	Rapporto di conteggio particellare monte/valle
Bypass	Percorso alternativo che limita la perdita di carico
Delta p	Differenza di pressione ai capi del filtro
Collasso	Cedimento strutturale dell'elemento filtrante

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "delta p elevato"?

Risposta attesa: confronto a temperatura stabile. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

COMPRESSORI

Comprendere le differenze fra tecnologie e controllare prestazioni, temperature e consumi.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Compressori alternativi, a vite e centrifughi hanno principi e campi di applicazione diversi; la tecnologia condiziona manutenzione e controllo.

04

Un aumento della temperatura di mandata può dipendere da condizioni in ingresso, rapporto di compressione e raffreddamento.

02

Pressione di mandata, portata effettiva, temperatura e potenza devono essere letti insieme per valutare il funzionamento.

05

Perdite della rete e uso scorretto dell'aria compressa causano spesso più sprechi di una singola anomalia del compressore.

03

Filtri, separatori, lubrificazione e sistemi di raffreddamento influenzano rendimento e affidabilità.

06

I sistemi pressurizzati richiedono procedure rigorose per messa in sicurezza, valvole di sicurezza e prevenzione di sovrappressione.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Potenza teorica di compressione dipende dal modello termodinamico, dalla portata e dal rapporto di pressione; per confronti sul campo è utile anche energia specifica kWh/m³.

Esempio guidato. Se una macchina consuma 90 kWh per produrre 1.000 m³ di aria nelle condizioni contrattuali definite, l'indice è 0,09 kWh/m³.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione ai compressori • Principi fondamentali dei compressori • Perché comprimere l'aria? • Grandezze fisiche • Tipologie di compressori • Funzionamento di un compressore a vite

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

COMPRESSORI

Comprendere le differenze fra tecnologie e controllare prestazioni, temperature e consumi.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare tipo compressore, dati nominali, regime e logica carico/scarico.
- 02** Misurare pressione aspirazione/mandata, temperature, corrente e portata sotto condizioni ripetibili.
- 03** Controllare filtro aspirazione, raffreddatori, separatore olio e stato dei drenaggi.
- 04** Verificare vibrazioni, rumore e manutenzioni di cuscinetti o trasmissioni secondo tecnologia.
- 05** Esaminare stato dell'impianto di distribuzione per distinguere domanda di rete e prestazione macchina.
- 06** Dopo manutenzione verificare protezioni e curve operative con il responsabile dell'esercizio.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

COMPRESSORI

Comprendere le differenze fra tecnologie e controllare prestazioni, temperature e consumi.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Pressione rete insufficiente	domanda eccessiva o bassa capacità	misurare portata e cadute rete
Temperatura alta	raffreddamento carente o filtro ostruito	verificare flusso aria/acqua
Consumo energetico alto	perdite di rete o cicli a vuoto	profilo carico/scarico e test fughe
Olio trascinato	separatori o livello improprio	analisi condensa e separazione

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

In uno stabilimento vengono richiesti nuovi compressori perché la pressione cala al cambio turno. I dati mostrano un'improvvisa crescita del consumo e diversi compressori in carico contemporaneamente. Si esegue una mappa delle utenze, si individuano soffiaggi continui e perdite, poi si verifica la capacità disponibile in condizioni equivalenti. La pressione torna stabile riducendo sprechi prima di acquistare una nuova macchina. L'analisi separa un problema di domanda dal deficit effettivo di generazione.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

COMPRESSORI

Comprendere le differenze fra tecnologie e controllare prestazioni, temperature e consumi.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Pressioni e temperature in trend	Nota: _____
☐	Filtro, separatore e raffreddamento controllati	Nota: _____
☐	Ore carico/scarico disponibili	Nota: _____
☐	Perdite rete e consumi mappati	Nota: _____
☐	Protezione e scarico pressione verificati	Nota: _____
☐	Dati energetici correlati a volume prodotto	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Confondere volume aspirato e volume normalizzato.
- Attribuire la bassa pressione sempre al compressore.
- Intervenire su tubazioni senza scarico dell'energia.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
FAD	Portata effettiva riferita a condizioni definite
Intercooler	Raffreddamento fra stadi di compressione
Carico/scarico	Modalità di regolazione della produzione
Separatore	Riduce trascinamento di olio o liquido

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "pressione rete insufficiente"?

Risposta attesa: misurare portata e cadute rete. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

IA PER L'ISPEZIONE DEI MACCHINARI

Usare l'IA come supporto verificabile all'ispezione, senza sostituire il giudizio tecnico.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Modelli di IA possono classificare testi, assistere nella ricerca di documenti o proporre ipotesi, ma non hanno accesso automatico allo stato reale del macchinario.

02

Una fotografia isolata raramente basta per stabilire causa, gravità o conformità di un difetto industriale.

03

L'output va collegato a osservazioni datate, dati strumentali e manuali approvati; l'assenza di una fonte è un limite concreto.

04

La qualità dell'input determina la qualità del supporto: asset, condizioni, sintomi, cronologia e misure devono essere espliciti.

05

Falsi positivi e falsi negativi possono influire sulla sicurezza; nessuna istruzione generata deve scavalcare autorizzazioni.

06

Protezione di dati tecnici, immagini di impianti e informazioni riservate è parte del metodo di lavoro.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Schema prompt: **CONTEXTO** (asset, carico, condizioni) + **EVIDENZE** (misure e trend) + **DOMANDA** (decisione richiesta) + **LIMITI** (fonti, sicurezza, riservatezza).

Esempio guidato. Esempio: Elenca tre ipotesi verificabili per temperatura crescente del cuscinetto, indicando per ciascuna la misura che può confermarla e i dati mancanti. Non proporre smontaggi.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Il programma pubblicato identifica questo corso ma non dettaglia qui i titoli delle singole lezioni. I contenuti di questo capitolo costituiscono una guida didattica complementare.

Durata indicata nella pagina del percorso: 4h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

IA PER L'ISPEZIONE DEI MACCHINARI

Usare l'IA come supporto verificabile all'ispezione, senza sostituire il giudizio tecnico.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Definire quale compito affidare all'IA: riassunto, confronto trend, bozza checklist o organizzazione delle evidenze.
- 02** Fornire solo dati consentiti e rimuovere nomi o dettagli riservati quando non necessari.
- 03** Usare un prompt strutturato con asset, sintomo, valori, regime, storico e domanda specifica.
- 04** Chiedere all'assistente di separare osservazioni, ipotesi, verifiche e incertezze.
- 05** Verificare ogni proposta con manuali, misure e personale qualificato prima di qualsiasi azione.
- 06** Archiviare conclusione umana, evidenze e correzioni apportate alla risposta della IA.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

IA PER L'ISPEZIONE DEI MACCHINARI

Usare l'IA come supporto verificabile all'ispezione, senza sostituire il giudizio tecnico.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Diagnosi troppo sicura	assenza di dati o fonti	chiedere incertezze e verifiche discriminanti
Istruzione non applicabile	modello macchina non identificato	confrontare targa e manuale
Foto ambigua	scala e punto ripresa insufficienti	acquisire immagini contestualizzate
Dati confidenziali esposti	prompt con dettagli riservati	anonimizzare e usare canali autorizzati

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un tecnico inserisce in un assistente IA: Il riduttore fa rumore, cosa cambio? La risposta suggerisce un cuscinetto senza evidenza sufficiente. La richiesta viene riformulata includendo regime, trend vibrazionale, campione olio, temperatura e storia di lubrificazione. L'assistente restituisce ipotesi alternative e una lista di misure per distinguerle. La squadra esegue controlli secondo procedura e mantiene la decisione tecnica sotto responsabilità umana. Il valore dell'IA consiste nell'organizzare la diagnosi, non nell'indovinare il ricambio.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

IA PER L'ISPEZIONE DEI MACCHINARI

Usare l'IA come supporto verificabile all'ispezione, senza sostituire il giudizio tecnico.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Asset e fonte dati identificati	Nota: _____
☐ Ipotesi separate dalle osservazioni	Nota: _____
☐ Risposte con limiti e verifiche richieste	Nota: _____
☐ Manuale approvato consultato	Nota: _____
☐ Dati riservati protetti	Nota: _____
☐ Decisione umana e risultato registrati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Trattare un testo generato come istruzione del costruttore.
- Caricare dati aziendali non autorizzati.
- Confondere una buona formulazione linguistica con accuratezza tecnica.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Prompt	Istruzione fornita a un sistema IA
Allucinazione	Affermazione plausibile ma non supportata
Validazione	Confronto con dati e fonti affidabili
Human in the loop	Controllo decisionale mantenuto da una persona

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "diagnosi troppo sicura"?

Risposta attesa: chiedere incertezze e verifiche discriminanti. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

TPM - MANUTENZIONE PRODUTTIVA TOTALE

Integrare produzione, manutenzione e miglioramento delle perdite di impianto.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

TPM collega affidabilità degli asset, coinvolgimento degli operatori, sicurezza e miglioramento continuo.

02

La manutenzione autonoma affida controlli semplici e definiti a operatori formati, senza trasferire attività specialistiche non autorizzate.

03

Le sei grandi perdite di produzione aiutano a distinguere fermi, microfermate, velocità ridotta e difetti di qualità.

04

Un programma TPM efficace inizia da standard visivi, pulizia-ispezione e anomalie tracciate, non da campagne motivazionali isolate.

05

OEE è la combinazione di disponibilità, prestazione e qualità misurate con definizioni coerenti.

06

I pilastri organizzativi richiedono ruoli chiari, feedback e miglioramenti che restino efficaci oltre l'avvio del progetto.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

OEE = disponibilità * prestazione * qualità, con ciascun fattore compreso fra 0 e 1 e definizioni temporali coerenti.

Esempio guidato. Per disponibilità 0,90, prestazione 0,95 e qualità 0,98, OEE = 0,8379, cioè circa 83,8%.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione al TPM • Gli 8 pilastri del TPM • Pilastro 1: manutenzione autonoma • Pilastro 2: manutenzione programmata • Pilastro 6: gestione iniziale delle attrezzature • Pilastro 7: qualità

Durata indicata nella pagina del percorso: 2h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

TPM - MANUTENZIONE PRODUTTIVA TOTALE

Integrare produzione, manutenzione e miglioramento delle perdite di impianto.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Definire una macchina pilota e descrivere perdite più frequenti con dati di produzione affidabili.
- 02** Concordare controlli quotidiani eseguibili in sicurezza dagli operatori, con istruzioni e limiti di escalation.
- 03** Pulire e identificare le fonti di sporco, perdita o danneggiamento anziché ripetere pulizia senza correzioni.
- 04** Raccogliere piccole anomalie con scheda visiva, data, luogo, responsabile e scadenza.
- 05** Misurare OEE e sue componenti con gli stessi confini temporali di rilevazione.
- 06** Verificare azioni concluse e aggiornare standard, formazione e manutenzione pianificata.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

TPM - MANUTENZIONE PRODUTTIVA TOTALE

Integrare produzione, manutenzione e miglioramento delle perdite di impianto.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
OEE inferiore	perdite non segmentate correttamente	separare disponibilità, velocità e scarti
Microfermate elevate	inceppamenti o regolazioni ripetitive	cronologia eventi e osservazione linea
Pulizia inefficace	fonte di contaminazione non corretta	individuare punto d'origine
Schede mai chiuse	assenza proprietario e scadenza	definire responsabilità ed escalation

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un reparto introduce cartellini per ogni perdita d'olio, ma dopo tre mesi le segnalazioni si accumulano. La revisione del processo evidenzia che non è stato definito chi deve prendere in carico le anomalie. Il gruppo pilota differenzia difetti affrontabili dagli operatori e lavori specialistici, assegna scadenze e misura il tempo di chiusura. Una perdita ripetitiva viene risolta eliminando la causa all'origine. Il TPM torna a essere un sistema di collaborazione, non una raccolta di etichette.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

TPM - MANUTENZIONE PRODUTTIVA TOTALE

Integrare produzione, manutenzione e miglioramento delle perdite di impianto.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Standard pulizia-ispezione approvato	Nota: _____
☐ Attività autonome compatibili con competenze	Nota: _____
☐ Anomalie tracciate con scadenza	Nota: _____
☐ Dati fermi e microfermate disponibili	Nota: _____
☐ Indicatori verificati con produzione	Nota: _____
☐ Azioni chiuse e controllate nel tempo	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Usare OEE come numero senza conoscere le definizioni di calcolo.
- Assegnare controlli pericolosi a personale non qualificato.
- Misurare segnalazioni anzichè difetti eliminati.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
TPM	Approccio organizzativo per massimizzare efficacia impianti
OEE	Indicatore di efficacia complessiva delle apparecchiature
Manutenzione autonoma	Controlli semplici svolti da operatori formati
Kaizen	Miglioramento incrementale e continuo

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "oee inferiore"?

Risposta attesa: separare disponibilità, velocità e scarti. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

SAP PM - GESTIONE DELLA MANUTENZIONE

Registrare impianti, notifiche, ordini e storia tecnica con dati utilizzabili.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

SAP PM rappresenta processi di manutenzione tramite oggetti tecnici, segnalazioni, ordini e dati di consuntivo.

02

Ubicazione tecnica ed equipment non sono sinonimi: la prima descrive posizione funzionale, il secondo il bene tracciabile.

03

Una segnalazione documenta richiesta o anomalia; un ordine organizza lavoro, risorse, componenti e costi secondo configurazione aziendale.

04

L'anagrafica asset deve conservare gerarchia, codifiche e caratteristiche coerenti, altrimenti le analisi successive perdono significato.

05

La chiusura tecnica non equivale sempre alla chiusura amministrativa; il flusso dipende dai ruoli e dalla configurazione.

06

Le transazioni SAP e i nomi delle schermate possono variare con versione, autorizzazioni e interfaccia utilizzata.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Indice completezza = ordini con campi essenziali compilati / ordini chiusi * 100. Definire prima i campi essenziali e le eccezioni.

Esempio guidato. Se 84 ordini su 100 riportano codice asset, modo di guasto, azione e tempo, la completezza per quella regola è 84%.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione al corso • L'IA applicata a SAP • MM01: creare un materiale • MM02: modificare un materiale • IW22: modificare una segnalazione • IW23 e IW28: visualizzare una segnalazione

Durata indicata nella pagina del percorso: 2h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

SAP PM - GESTIONE DELLA MANUTENZIONE

Registrare impianti, notifiche, ordini e storia tecnica con dati utilizzabili.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare l'oggetto tecnico mediante codice, descrizione e ubicazione prima di aprire una segnalazione.
- 02** Registrare sintomo, priorità, condizione operativa, ora evento e allegati pertinenti.
- 03** Verificare se esiste un ordine collegato e se la tipologia intervento è appropriata.
- 04** Pianificare personale, durata, materiali, permessi e stato macchina prima dell'esecuzione.
- 05** Consuntivare cause accertate, attività effettive, ricambi, tempi e risultati della prova.
- 06** Controllare completezza della storia e chiudere secondo il flusso autorizzato dalla propria organizzazione.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

SAP PM - GESTIONE DELLA MANUTENZIONE

Registrare impianti, notifiche, ordini e storia tecnica con dati utilizzabili.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Asset non identificato	anagrafica errata o ricerca generica	verificare struttura tecnica e targa
Ordini duplicati	segnalazioni scollegate e mancata ricerca	controllare interventi aperti
Storia inutilizzabile	sintomi descritti solo come guasto	codificare modo e causa del difetto
Materiali non disponibili	pianificazione incompleta	verificare stock, prenotazioni e tempi

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Una squadra sostituisce più volte la stessa guarnizione, ma nel sistema ogni intervento appare come generico guasto macchina. Non è possibile calcolare la frequenza del problema per componente. Il responsabile introduce una classificazione semplice: perdita esterna, componente, condizione di esercizio e causa verificata. I futuri ordini vengono collegati all'equipment corretto e le fotografie inserite nelle segnalazioni. Dopo alcuni mesi emerge un pattern di guasto, utile per la revisione del progetto di tenuta.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

SAP PM - GESTIONE DELLA MANUTENZIONE

Registrare impianti, notifiche, ordini e storia tecnica con dati utilizzabili.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Oggetto tecnico identificato	Nota: _____
☐ Descrizione evento con misure e contesto	Nota: _____
☐ Ordine collegato a segnalazione	Nota: _____
☐ Materiali e risorse documentati	Nota: _____
☐ Cause e attività finali consuntivate	Nota: _____
☐ Stato chiusura verificato con flusso aziendale	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Usare un solo codice causa per tutti gli eventi.
- Chiudere ordini senza documentare la prova eseguita.
- Assumere che tutte le installazioni SAP abbiano identici menu e transazioni.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Equipment	Bene tecnico identificabile
Ubicazione tecnica	Posizione funzionale nella gerarchia impianto
Segnalazione	Registrazione di richiesta o anomalia
Ordine di manutenzione	Oggetto per gestire attività e risorse

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "asset non identificato"?

Risposta attesa: verificare struttura tecnica e targa. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA MANUTENZIONE

Collegare criticità, disponibilità risorse, materiali e finestre operative.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

La pianificazione prepara il lavoro; la programmazione decide quando eseguirlo. Confondere le due fasi genera ritardi e variabilità.

02

Un ordine pianificabile deve includere ambito, passaggi, rischi, competenze, attrezzi, materiali e criteri di accettazione.

03

La criticità dell'asset orienta la priorità, ma va combinata con rischio effettivo e disponibilità dell'impianto.

04

Un backlog classificato distingue lavori pronti, bloccati per materiali, urgenti e da riprogettare.

05

La saturazione delle squadre deve prevedere emergenze e tempi realistici, non il 100% teorico delle ore lavorabili.

06

L'analisi scostamenti confronta pianificato, eseguito e causa dello slittamento per migliorare il sistema.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Pianificazione completata = ore lavori eseguiti con piano preparato / ore totali di manutenzione * 100. Il numeratore deve escludere piani creati a posteriori.

Esempio guidato. Su 320 ore consuntivate, se 240 riguardano lavori realmente pianificati in anticipo, la quota è 75%.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Principi fondamentali della manutenzione • Introduzione all'affidabilità • Analisi dei guasti (PF e DF) • Tipologie di manutenzione: correttiva, preventiva, predittiva e proattiva • Che cos'è la criticità e come si classifica • Analisi pratica della criticità degli asset

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA MANUTENZIONE

Collegare criticità, disponibilità risorse, materiali e finestre operative.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Raccogliere richieste e confermare che l'anomalia sia descritta e assegnata all'asset corretto.
- 02** Valutare criticità, rischio e necessità di fermo, definendo la data obiettivo appropriata.
- 03** Preparare la scheda di lavoro con compiti sequenziali, attrezzi, ricambi e misure finali.
- 04** Verificare prerequisiti: materiali disponibili, autorizzazioni, accesso e piano isolamento.
- 05** Inserire l'attività nella finestra concordata con produzione evitando conflitti di risorse.
- 06** Consuntivare durata reale, scostamenti, cause e qualità del risultato per migliorare le stime.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA MANUTENZIONE

Collegare criticità, disponibilità risorse, materiali e finestre operative.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Molti lavori rinviati	ricambi non pronti o scope poco chiaro	analizzare motivi del rinvio
Urgenze continue	guasti ripetitivi e prevenzione debole	Pareto per asset e modo di guasto
Sforzo maggiore del previsto	stime prive di storico	confrontare tempi per tipologia intervento
WIP elevato	troppi ordini avviati insieme	limitare attività in corso e priorità chiare

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un reparto programma dieci ordini per una fermata di otto ore; tre restano incompleti. La verifica mostra che due ricambi non erano stati consegnati e un'attività richiedeva una gru non prenotata. Il piano di lavoro viene trasformato in una lista di prerequisiti verificabili una settimana prima della finestra. Alla fermata successiva si selezionano ordini pronti, con risorse e materiali confermati. La produttività migliora senza estendere l'orario o ridurre la sicurezza.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA MANUTENZIONE

Collegare criticità, disponibilità risorse, materiali e finestre operative.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Ordini pronti con documentazione completa	Nota: _____
☐ Materiali e attrezzi confermati	Nota: _____
☐ Competenze e permessi disponibili	Nota: _____
☐ Piano isolamenti allegato	Nota: _____
☐ Finestra approvata da produzione	Nota: _____
☐ Scostamenti e tempi reali registrati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Definire il programma prima di verificare i ricambi.
- Confondere calendario pieno con capacità reale.
- Misurare la prestazione solo come numero di ordini chiusi.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Backlog	Lavori identificati e non ancora completati
Job plan	Preparazione tecnica dell'intervento
Scheduling	Assegnazione dei lavori a un periodo
WIP	Attività avviate e non ancora terminate

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "molti lavori rinviati"?

Risposta attesa: analizzare motivi del rinvio. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

SCAMBIATORI DI CALORE

Monitorare scambio termico, sporcamento, perdite e integrità delle apparecchiature.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Uno scambiatore trasferisce calore tra due fluidi separati da una superficie; portate e differenza termica determinano la prestazione.

04

Perdite interne possono provocare miscelazione dei fluidi anche quando non vi sono perdite visibili verso l'esterno.

02

Scambiatori a fascio tubiero e a piastre hanno esigenze diverse per pulizia, tenute, accesso e dilatazioni.

05

La stabilità delle misure di temperatura richiede conoscenza delle portate e delle condizioni del processo.

03

Il fouling, o sporcamento, aumenta resistenza termica e spesso perdita di carico, ma le due grandezze vanno lette separatamente.

06

Pulizia chimica o meccanica deve essere valutata per materiali, incrostazioni, sicurezza e istruzioni del costruttore.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Potenza termica $Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$, se il fluido non cambia fase e c_p può essere considerato rappresentativo dell'intervallo.

Esempio guidato. Con acqua a 2 kg/s, $c_p = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ e aumento di 5 K, $Q = 41,8 \text{ kW}$, ignorando le perdite verso l'ambiente.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione agli scambiatori di calore • Principi dello scambio termico • Grandezze fisiche • Tipologie di scambiatori di calore • Vista 3D di uno scambiatore a fascio tubiero con tubi dritti • Vista 3D di uno scambiatore a fascio tubiero con deflettori verticali

Durata indicata nella pagina del percorso: 4h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

SCAMBIATORI DI CALORE

Monitorare scambio termico, sporcamento, perdite e integrità delle apparecchiature.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare schema controcorrente/equicorrente, fluidi, materiali, limite pressione e dati di progetto.
- 02** Registrare portate, temperature ai quattro bocchelli e perdite di carico in condizioni stabili.
- 03** Confrontare la prestazione con storico a carico comparabile, evitando interpretazioni da una sola temperatura.
- 04** Verificare eventuali contaminazioni incrociate con analisi compatibili con il servizio.
- 05** Pianificare pulizia e ispezione interna con isolamento, drenaggio e bonifica del circuito.
- 06** Ripetere le misure dopo intervento e registrare energia scambiata e delta p.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

SCAMBIATORI DI CALORE

Monitorare scambio termico, sporcamento, perdite e integrità delle apparecchiature.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Uscita troppo calda	scambio ridotto o portata insufficiente	misurare T e portata su entrambi i lati
Delta p elevato	fouling o passaggi ostruiti	confronto a portata simile
Tracce fluido incompatibile	possibile perdita interna	campionare fluidi e fare prova appropriata
Perdita esterna	guarnizione o tubo difettoso	ispezione della zona e prova secondo piano

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un raffreddatore mostra temperatura finale in aumento durante l'estate. Si sospetta immediatamente un forte sporcamento, ma il gruppo verifica anche la temperatura di ingresso dell'acqua di servizio, più elevata della baseline invernale. Vengono misurate portate e perdite di carico prima di decidere la pulizia. Si trova un contributo combinato di condizioni stagionali e deposito. La squadra pianifica una pulizia mirata e aggiorna il confronto delle prestazioni con condizioni normalizzate.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

SCAMBIATORI DI CALORE

Monitorare scambio termico, sporcamento, perdite e integrità delle apparecchiature.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Quattro temperature e due portate registrate	Nota: _____
☐	Delta p sui circuiti confrontato	Nota: _____
☐	Segni di miscelazione fluidi ricercati	Nota: _____
☐	Stato guarnizioni e collegamenti verificato	Nota: _____
☐	Pulizia e materiali compatibili approvati	Nota: _____
☐	Prestazioni dopo intervento tracciate	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Concludere che il fascio è ostruito dalla sola temperatura di uscita.
- Pulire senza verificare compatibilità chimica.
- Trascurare pressione residua o contaminazione incrociata.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Fouling	Deposito che ostacola lo scambio
LMTD	Differenza media logaritmica di temperatura
Fascio tubiero	Insieme di tubi di scambio termico
Delta p	Perdita di pressione attraverso il circuito

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "uscita troppo calda"?

Risposta attesa: misurare T e portata su entrambi i lati. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

TERMOGRAFIA INDUSTRIALE

Interpretare immagini termiche tenendo conto di emissività e contesto.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

La termocamera rileva radiazione infrarossa e stima temperature; l'immagine non misura direttamente la causa dell'anomalia.

04

Una superficie lucida può apparire fredda o calda per effetto di riflessione; la verifica indipendente è essenziale.

02

Emissività, riflessioni, distanza, angolo e atmosfera influenzano la temperatura apparente del punto osservato.

05

La termografia rileva pattern e differenze, ma non vede attraverso pareti metalliche o identifica automaticamente guasti interni.

03

Confronti utili richiedono carichi e geometrie simili, soprattutto su quadri elettrici, cuscinetti e isolamenti.

06

Un rilievo professionale riporta immagine visibile, termogramma, punto, carico, emissività impostata e criterio di giudizio.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Per confronti qualitativi, $\Delta T = T_{\text{punto}} - T_{\text{riferimento}}$, ma il confronto è significativo solo se emissività, carico e osservazione sono comparabili.

Esempio guidato. Un morsetto a 68 gradi C e uno simile a 43 gradi C mostrano $\Delta T = 25 \text{ K}$; da solo non determina la priorità senza contesto e regole aziendali.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alla termografia • Punti di misura e distanza di rilevamento • Norme applicabili alla termografia • Caso di studio • Caso di studio: surriscaldamento del motore elettrico • Caso di studio: difetto di lubrificazione del motore elettrico

Durata indicata nella pagina del percorso: 4h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

TERMOGRAFIA INDUSTRIALE

Interpretare immagini termiche tenendo conto di emissività e contesto.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Definire obiettivo dell'ispezione e condizioni di carico utili per rendere confrontabili le immagini.
- 02** Verificare strumento, parametri di acquisizione, sicurezza e possibilità di accesso ai punti.
- 03** Raccogliere immagini termiche e visibili da posizioni identificate e ripetibili.
- 04** Individuare possibili riflessioni e superfici con emissività incerta prima di leggere valori assoluti.
- 05** Confrontare punti omologhi e dati storici, integrando misure elettriche o meccaniche quando autorizzate.
- 06** Redigere rapporto con priorità motivata e indicare le verifiche necessarie per confermare la causa.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

TERMOGRAFIA INDUSTRIALE

Interpretare immagini termiche tenendo conto di emissività e contesto.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Punto caldo su morsetto	resistenza di contatto o carico	controllare corrente e connessione in sicurezza
Zona molto luminosa su metallo	possibile riflessione	cambiare angolo e verificare emissività
Cuscinetto più caldo	carico, lubrificazione o danno	confrontare trend e regime
Isolamento con zona fredda	ponte termico o umidità	correlare con condizioni ambientali

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

In un'ispezione una tubazione inox lucida presenta una macchia apparentemente a 90 gradi C. Il manutentore nota che l'area riflette un componente caldo posto di fronte alla camera. Variando angolo e usando una superficie di riferimento idonea, la lettura cambia sensibilmente. Il rapporto separa l'effetto di riflessione dalla temperatura reale della tubazione. Questo evita interventi inutili e documenta correttamente i limiti della misura infrarossa.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

TERMOGRAFIA INDUSTRIALE

Interpretare immagini termiche tenendo conto di emissività e contesto.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Carico e punto misura documentati	Nota: _____
☐ Emissività e riflessioni considerate	Nota: _____
☐ Immagini visibili e termiche archiviate	Nota: _____
☐ Condizioni atmosferiche e distanza annotate	Nota: _____
☐ Confronto con componenti equivalenti eseguito	Nota: _____
☐ Priorità e verifica successiva dichiarate	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Leggere il pixel più caldo come temperatura certa.
- Confondere riflessione con difetto interno.
- Applicare una scala colori come soglia universale di rischio.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Emissività	Capacità relativa di emettere radiazione termica
Termogramma	Immagine radiometrica termica
Riflessione	Radiazione proveniente dall'ambiente
Delta T	Differenza di temperatura fra punti comparati

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "punto caldo su morsetto"?

Risposta attesa: controllare corrente e connessione in sicurezza. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

FMEA

Analizzare modi di guasto, effetti, cause e azioni preventive verificabili.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

FMEA parte dalla funzione del componente o processo: un modo di guasto è la maniera in cui può non soddisfarla.

04

Severità, occorrenza e rilevabilità possono essere valutate con scale interne documentate e concordate.

02

Effetto locale ed effetto sul sistema devono essere distinti per assegnare conseguenze reali.

05

Un numero RPN da solo non sostituisce la revisione di eventi ad alta severità; le priorità vanno motivate.

03

La causa descrive un meccanismo plausibile; confondere modo ed effetto rende inefficaci le azioni.

06

L'analisi è un documento vivo da aggiornare con guasti osservati, controlli introdotti e risultati verificati.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Un approccio diffuso calcola $RPN = S \cdot O \cdot D$ secondo scale definite; IEC 60812 ammette diverse modalità di prioritizzazione, quindi RPN non è l'unico criterio.

Esempio guidato. Con $S=8$, $O=3$, $D=4$, $RPN=96$ nella scala aziendale prescelta: il valore ha significato solo insieme alle regole di priorità.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alla FMEA • Fondamenti tecnici • Indici di gravità, frequenza e rilevabilità; calcolo del numero di priorità del rischio (RPN) • Come realizzare una FMEA tradizionale da zero • FMEA e intelligenza artificiale: principi e strumenti • Principi della FMEA assistita dall'IA

Durata indicata nella pagina del percorso: 2h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

FMEA

Analizzare modi di guasto, effetti, cause e azioni preventive verificabili.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Definire confine del sistema, funzione richiesta, modo di guasto ed effetti.
- 02** Identificare cause credibili con un gruppo multidisciplinare e dati di campo.
- 03** Registrare controlli preventivi esistenti e controlli di rilevazione separatamente.
- 04** Attribuire le valutazioni con scale spiegate e trattare subito conseguenze critiche.
- 05** Definire per ogni azione responsabile, data, risultato atteso e prova di efficacia.
- 06** Aggiornare valutazione residua soltanto dopo la verifica dell'effettiva attuazione.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

FMEA

Analizzare modi di guasto, effetti, cause e azioni preventive verificabili.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
RPN alto	frequenza o scarsa rilevazione o severità	rivedere singoli fattori
Effetto descritto come causa	scheda logicamente invertita	ricostruire funzione-modo-effetto
Azioni generiche	assenza controllo oggettivo	precisare misura e responsabile
RPN basso con rischio grave	severità mascherata dal prodotto	priorità basata su conseguenze

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Su una pompa viene descritta come guasto la perdita di produzione, ma questo è un effetto. Il gruppo riformula il modo di guasto come tenuta meccanica incapace di contenere il fluido e individua possibili cause: montaggio errato, funzionamento a secco e fluidi incompatibili. Le azioni vengono differenziate per causa e accompagnate da verifiche, come controllo di procedura e condizioni del flush. L'FMEA così diventa uno strumento operativo anziché una tabella astratta.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

FMEA

Analizzare modi di guasto, effetti, cause e azioni preventive verificabili.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Funzioni del sistema definite	Nota: _____
☐ Modi di guasto distinti dagli effetti	Nota: _____
☐ Cause sostenute da evidenze	Nota: _____
☐ Scale coerenti e condivise	Nota: _____
☐ Azioni specifiche con proprietario	Nota: _____
☐ Efficacia e rischio residuo rivalutati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Assegnare numeri senza definire le scale.
- Chiudere azioni quando sono solo pianificate.
- Nascondere la gravità di un evento dietro un RPN moderato.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Modo di guasto	Modalità in cui la funzione viene meno
Effetto	Conseguenza di un modo di guasto
RPN	Prodotto di indici secondo metodo definito
Rischio residuo	Rischio dopo l'attuazione dei controlli

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "rpn alto"?

Risposta attesa: rivedere singoli fattori. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

PIANO DI ISPEZIONE

Costruire controlli ripetibili con punti, metodi, frequenze ed escalation.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Un piano di ispezione definisce quali segnali osservare per identificare degrado prima della perdita di funzione.

04

Una checklist senza limiti o percorsi di escalation raccoglie dati ma non genera decisioni.

02

Il punto di misura deve avere identificativo stabile, criterio di osservazione e condizione operativa descritta.

05

Le osservazioni qualitative devono essere standardizzate: normale, attenzione, anomalia e non osservabile non sono sinonimi.

03

Frequenze basate solo su abitudine possono essere inefficaci: criticità, velocità di degrado e rilevabilità contano.

06

La qualità del piano si misura dal numero di anomalie confermate e da interventi appropriati, non dalla sola firma sulla scheda.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Indice esecuzione = $\text{controlli svolti nei tempi} / \text{controlli pianificati} * 100$. Integrarlo con qualità delle rilevazioni e anomalie confermate.

Esempio guidato. Con 92 controlli completati nei tempi su 100 previsti, l'esecuzione è 92%; non prova da sola che il piano rilevi i guasti giusti.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione al piano di ispezione: definizione, obiettivi e importanza nella manutenzione • Tipologie di ispezione • Punti di ispezione, frequenza e criteri di accettazione • Come costruire da zero un piano di ispezione tradizionale • Piano di ispezione con intelligenza artificiale: principi e strumenti • Come creare concretamente un piano di ispezione con l'IA

Durata indicata nella pagina del percorso: 2h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

PIANO DI ISPEZIONE

Costruire controlli ripetibili con punti, metodi, frequenze ed escalation.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Scegliere l'asset e descrivere funzioni, guasti importanti e primi segnali rilevabili.
- 02** Individuare unità e punti accessibili in sicurezza, con fotografie e codici.
- 03** Selezionare metodo: ascolto sicuro, temperatura, vibrazioni, livello, prova o misura strumentale.
- 04** Definire frequenza e limite di attenzione con il referente tecnico e lo storico disponibile.
- 05** Assegnare proprietario dell'ispezione e azione richiesta per ogni anomalia.
- 06** Eseguire un giro pilota, misurare tempi e aggiornare la scheda prima di applicarla su larga scala.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

PIANO DI ISPEZIONE

Costruire controlli ripetibili con punti, metodi, frequenze ed escalation.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Anomalie non ripetibili	punto non identificato	standard foto e posizione misura
Checklist sempre OK	criteri troppo generici	introdurre scala e dati misurabili
Troppi allarmi	frequenze e soglie inadeguate	analizzare guasti confermati
Controlli non eseguiti	accesso e tempo non previsti	rivedere itinerario e responsabilit�

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Su dodici pompe un piano prevede ogni giorno la voce controllare macchina, sempre segnata come conforme. Dopo un guasto si scopre che ogni tecnico intendeva controllare un punto diverso. Il piano viene ricostruito con sei punti codificati, temperatura e vibrazioni dove misurabili, controllo perdita, livello, rumore e condizioni di processo. Ogni voce definisce anomalia e destinatario della segnalazione. I dati diventano confrontabili e la checklist acquista valore diagnostico.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalit .
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa   stato modificato e quale prova finale   stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

PIANO DI ISPEZIONE

Costruire controlli ripetibili con punti, metodi, frequenze ed escalation.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Asset e punti codificati	Nota: _____
☐ Metodo e condizioni di osservazione espliciti	Nota: _____
☐ Criteri anomalia e valori guida motivati	Nota: _____
☐ Frequenza legata al rischio	Nota: _____
☐ Ruolo e percorso escalation assegnati	Nota: _____
☐ Feedback raccolto dopo il giro	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Scrivere controllare tutto senza indicare il punto.
- Usare valori soglia non contestualizzati.
- Confondere alta conformità della checklist con efficacia diagnostica.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
Punto di ispezione	Posizione o oggetto di verifica definito
Frequenza	Intervallo fra controlli programmati
Escalation	Instradamento dell'anomalia a un responsabile
Ronda	Percorso strutturato di ispezione

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "anomalie non ripetibili"?

Risposta attesa: standard foto e posizione misura. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

PIANO DI MANUTENZIONE

Trasformare modi di guasto e criticità in compiti pianificati e verificabili.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Il piano di manutenzione descrive compiti da eseguire, criteri, frequenze, risorse e prova di buon esito.

04

Il piano va collegato a ricambi, istruzioni del costruttore, sicurezza e disponibilità del personale.

02

Manutenzione preventiva a tempo e manutenzione a condizione sono strategie diverse e vanno scelte secondo il meccanismo di degrado.

05

Dati di guasto, misure e prove di efficacia permettono di modificare frequenze inizialmente prudenti.

03

Non tutte le attività preventive aggiungono valore: un intervento invasivo può introdurre guasti se non giustificato.

06

Il CMMS supporta la tracciabilità, ma la qualità tecnica dei compiti è responsabilità del processo manutentivo.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Conformità preventiva = attività preventive completate entro il periodo / attività dovute * 100. Valutare parallelamente guasti ripetitivi e fermi evitati.

Esempio guidato. Completare 95 preventive su 100 previste significa 95% di aderenza; non garantisce che le preventive siano quelle corrette.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione ai piani di manutenzione • Tipologie di manutenzione • Tassonomia, criticità e dati tecnici • Come creare un piano manualmente • Piano di manutenzione con IA: concetti di base • Come creare un piano di manutenzione con IA

Durata indicata nella pagina del percorso: 2h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

PIANO DI MANUTENZIONE

Trasformare modi di guasto e criticità in compiti pianificati e verificabili.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Costruire gerarchia asset e identificare criticità e funzioni da proteggere.
- 02** Per ogni modo di guasto scegliere controllo di condizione, sostituzione programmata o altra strategia motivata.
- 03** Scrivere compito con istruzioni, strumenti, materiali, competenza e tempo stimato.
- 04** Definire frequenza e condizioni d'innescio con dati storici o raccomandazioni del costruttore.
- 05** Associare al piano permessi, isolamento, criteri di accettazione e documentazione richiesta.
- 06** Verificare risultati periodicamente e cambiare il piano solo con motivazione e approvazione tracciate.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

PIANO DI MANUTENZIONE

Trasformare modi di guasto e criticità in compiti pianificati e verificabili.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Preventivi senza effetto	compiti scollegati ai guasti	confrontare modi guasto e controlli
Guasti dopo smontaggio	interventi invasivi o montaggio errato	analizzare effetti indotti
Materiali assenti	codifica ricambi incompleta	collegare distinta a task
Interventi sempre in ritardo	carico e finestre non realistici	rivedere frequenza e piano risorse

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Una pompa viene smontata trimestralmente per prevenzione, pur senza segnali di degrado. Dopo alcuni smontaggi compaiono perdite legate a errori di rimontaggio. L'analisi dei guasti mostra che il meccanismo prevalente è la contaminazione progressiva del fluido, rilevabile da campioni e differenziale sul filtro. Il team rivede il programma: riduce interventi invasivi non giustificati, introduce controlli di condizione e definisce trigger tecnici per aprire la macchina. La strategia diventa più coerente con i rischi reali.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

PIANO DI MANUTENZIONE

Trasformare modi di guasto e criticità in compiti pianificati e verificabili.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐ Asset e criticità registrati	Nota: _____
☐ Modo di guasto coperto dal compito	Nota: _____
☐ Frequenza e condizione d'innesco motivate	Nota: _____
☐ Istruzione, attrezzi e ricambi definiti	Nota: _____
☐ Sicurezza e accettazione esplicite	Nota: _____
☐ Revisione periodica del piano programmata	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Riempire il calendario con attività prive di beneficio dimostrabile.
- Ridurre frequenze senza analisi dei meccanismi di degrado.
- Misurare soltanto la percentuale di ordini eseguiti.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
PM	Manutenzione preventiva
CBM	Manutenzione basata sulla condizione
Task	Attività definita di manutenzione
Trigger	Condizione che attiva un intervento

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "preventivi senza effetto"?

Risposta attesa: confrontare modi guasto e controlli. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

FRANTOI INDUSTRIALI

Ispezionare sistemi di frantumazione e prevenire guasti da carico e abrasione.

01 - PRINCIPI TECNICI

SEI CONCETTI DA SAPER SPIEGARE

01

Frantoi a mascelle, a cono, a urto e a cilindri hanno cinematica e applicazioni distinte.

04

Rilevare assorbimento, vibrazioni, portata e frequenza degli intasamenti permette di separare problemi del materiale da problemi meccanici.

02

Granulometria di ingresso, alimentazione, durezza e umidità del materiale influenzano prestazioni e usura.

05

Lubrificazione, cuscinetti, trasmissioni e protezioni vanno integrati in un piano di manutenzione coerente con il carico.

03

Mascelle, mantelli, rivestimenti e martelli sono parti soggette a consumo; la geometria modifica il prodotto ottenuto.

06

Prima di entrare nella camera o rimuovere ostruzioni, energia e materiale sospeso devono essere gestiti con procedure di sicurezza specifiche.

PARAMETRO / RELAZIONE UTILE

Consumo specifico di energia = kWh utilizzati / tonnellate lavorate, confrontato solo con materiali e granulometrie comparabili.

Esempio guidato. Se 540 kWh producono 300 t di materiale, l'indice è 1,8 kWh/t; variazioni vanno interpretate con carico e durezza.

COLLEGAMENTI AL PROGRAMMA DI STUDIO

Introduzione alla frantumazione • Principi di comminuzione e riduzione delle dimensioni • Tipologie di frantoi • Frantoio a mascelle: caratteristiche e funzionamento • Frantoio a cono: caratteristiche e funzionamento • Componenti del frantoio a cono

Durata indicata nella pagina del percorso: 10h. La durata si riferisce al corso sulla piattaforma, non alla lettura di questa dispensa.

FRANTOI INDUSTRIALI

Ispezionare sistemi di frantumazione e prevenire guasti da carico e abrasione.

02 - PERCORSO DI ISPEZIONE E PROVA

SEQUENZA RAGIONATA IN SEI PASSAGGI

- 01** Identificare tipo di frantoio, assetto di regolazione, caratteristiche materiale e limiti del costruttore.
- 02** Rilevare alimentazione e granulometria prodotto con un campionamento significativo.
- 03** Osservare trend di corrente, vibrazioni, temperatura e tempo di fermo per intasamenti.
- 04** Ispezionare in modo sicuro rivestimenti, elementi di fissaggio, tenute e circuito di lubrificazione.
- 05** Prima del lavoro interno, eseguire isolamento completo e mettere in sicurezza materiale incastrato e masse sospese.
- 06** Dopo l'intervento verificare regolazione, prodotto, potenza assorbita e protezioni su carico progressivo.

Prima di misurare

Definire il problema e acquisire targa, disegni, valori precedenti, condizioni di carico, istruzioni del costruttore e autorizzazioni.

Verificare che le misure previste siano compatibili con lo stato macchina e con le competenze dell'operatore.

Dopo la misura

Conservare valore, unità, punto, data, regime e strumento. Documentare la comparabilità con i dati precedenti.

Indicare un'azione solo quando esistono evidenze e un responsabile della verifica.

REGISTRO MINIMO DA COMPILARE

Campo	Informazioni richieste
Asset e identificativo	Codice / modello / ubicazione
Situazione	Regime, carico, fluido o materiale
Dati iniziali	Misure e valori precedenti
Controlli eseguiti	Strumento, punto e metodo
Risultato	Anomalia confermata o esclusa
Azione e responsabilità	Intervento, approvazione e data

Sicurezza operativa

Questo testo non autorizza manovre su macchinari in funzione. Prima di qualsiasi prova o intervento applicare la valutazione dei rischi locale, le procedure di isolamento delle energie e le istruzioni del costruttore. I lavori devono essere svolti da personale competente.

FRANTOI INDUSTRIALI

Ispezionare sistemi di frantumazione e prevenire guasti da carico e abrasione.

03 - DIAGNOSI, DECISIONE E CASO

MATRICE SINTOMO - IPOTESI - VERIFICA

Sintomo rilevato	Ipotesi plausibili	Verifica discriminante
Prodotto troppo grosso	usura rivestimenti o regolazione errata	misurare apertura e campioni
Assorbimento irregolare	alimentazione discontinua o blocchi	trend carico e analisi granulometrica
Temperatura supporti alta	lubrificazione o carico eccessivo	controllare olio e vibrazioni
Usura asimmetrica	distribuzione non uniforme del materiale	ispezionare alimentatore e camera

CASO GUIDATO: PERCORSO DECISIONALE

CASO DIDATTICO

Un frantoio genera prodotto più grossolano e consuma maggiore energia per tonnellata. I primi controlli mostrano rivestimenti consumati, ma anche un'alimentazione sbilanciata che concentra il carico su un lato. La squadra programma il cambio rivestimenti e corregge il convogliamento a monte. Dopo la fermata, misura regolazione, distribuzione del materiale, corrente e granulometria. Il miglioramento viene attribuito a una combinazione di manutenzione meccanica e correzione del processo.

TRE REGOLE PER NON CONFONDERE INDIZI E CAUSE

- Raccogliere almeno una misura o osservazione in grado di distinguere le ipotesi concorrenti. Una coincidenza temporale non dimostra causalità.
- Confrontare sempre condizioni equivalenti: regime, carico, temperatura, fluido, materiale e posizione del sensore cambiano il significato delle letture.
- Prima della chiusura documentare quale verifica ha confermato il difetto, che cosa è stato modificato e quale prova finale è stata superata.

Osservazione → Ipotesi → Misura → Decisione → Verifica del risultato

FRANTOI INDUSTRIALI

Ispezionare sistemi di frantumazione e prevenire guasti da carico e abrasione.

04 - CHECKLIST, ERRORI E AUTOVERIFICA

CHECKLIST DI FINE ISPEZIONE

☐	Tipologia e regolazione documentate	Nota: _____
☐	Rivestimenti e serraggi controllati	Nota: _____
☐	Lubrificazione e temperature in trend	Nota: _____
☐	Alimentazione e campioni registrati	Nota: _____
☐	Camera e materiale bloccato messi in sicurezza	Nota: _____
☐	Risultati energetici e granulometrici verificati	Nota: _____

TRE ERRORI TIPICI E COME PREVENIRLI

- Entrare nella camera con materiali sospesi non messi in sicurezza.
- Interpretare energia per tonnellata senza considerare il materiale.
- Sostituire rivestimenti senza correggere l'alimentazione asimmetrica.

GLOSSARIO RAPIDO

Termine	Significato operativo
CSS	Apertura minima di scarico nel frantoio a cono
Rivestimento	Elemento sostituibile soggetto ad abrasione
Granulometria	Distribuzione delle dimensioni del materiale
Intasamento	Ostruzione del percorso di frantumazione

AUTOVERIFICA RAGIONATA

1. Quale controllo aiuta a distinguere le cause del sintomo "prodotto troppo grosso"?

Risposta attesa: misurare apertura e campioni. Evitare una conclusione senza tale evidenza.

2. Quali dati registrare per rendere la verifica ripetibile?

Risposta attesa: identificativo asset, punto, valore e unità, carico o regime, data, strumento e confronto con la baseline.

3. Che cosa dimostra una riparazione efficace?

Risposta attesa: il sintomo è scomparso o rientrato nel criterio approvato, il test funzionale è documentato e la causa viene monitorata.

Scheda didattica adattabile al proprio impianto. Non sostituisce liste di controllo, soglie o procedure ufficiali.

Scheda completa di ispezione

Compilare una riga per punto di controllo. Definire i criteri di anomalia prima della ronda; conservare misure e condizioni per i confronti futuri.

Identificazione	Valore / dettaglio
Impianto / ubicazione tecnica	_____
	—
Equipment / codice asset	_____
	—
Data, ora e responsabile	_____
	—
Regime / carico / condizioni	_____
	—
Permessi e condizioni di accesso	_____
	—

RILEVAZIONI

Punto	Metodo	Valore + unità	Criterio / esito
P-01	_____	_____	_____
P-02	_____	_____	_____
P-03	_____	_____	_____
P-04	_____	_____	_____
P-05	_____	_____	_____
P-06	_____	_____	_____
P-07	_____	_____	_____

ESITO E GESTIONE DELL'ANOMALIA

Campo	Registrazione
Sintomo / evidenza	_____
	—
Anomalia confermata?	Sì / No / Dato insufficiente
Misura di contenimento	_____
	—
Responsabile e termine	_____
	—
Ordine / segnalazione	_____
	—
Verifica finale	_____
	—

Analisi delle cause: traccia delle 5 domande

Obiettivo: passare da una descrizione del sintomo a una causa verificabile, senza fermarsi al primo componente sostituito.

Passo	Domanda di lavoro	Evidenza richiesta
1	Che cosa è successo, dove e quando?	Data, impianto, conseguenza, misura.
2	Qual è stata la causa fisica immediata?	Danno osservato, foto, prova, misura.
3	Quale condizione ha favorito il danno?	Carico, lubrificazione, contaminazione, regolazione.
4	Perché la condizione non è stata intercettata?	Controllo assente, criterio errato, frequenza inadeguata.
5	Quale barriera rende meno probabile la ricorrenza?	Azione specifica, proprietario, scadenza e verifica.

ESEMPIO: CEDIMENTO RIPETUTO DEL CUSCINETTO

Osservazione	Interpretazione prudente
Dopo il lavaggio il grasso è torbido	Possibile ingresso di acqua da tenuta o processo di pulizia.
Sono presenti tracce di corrosione	Indizio coerente con umidità, da verificare con campioni e ispezione.
Il cuscinetto è stato già sostituito	La sostituzione non ha eliminato la condizione che provoca il danno.
Azione proposta	Proteggere l'ingresso, modificare pulizia, verificare contaminazione nel tempo.

SCHEDA DELLE EVIDENZE

Campo	Nota
Problema definito	_____
Dati favorevoli all'ipotesi	_____
Dati contrari all'ipotesi	_____
Causa confermata / non confermata	_____
Azione e prova di efficacia	_____

Il metodo delle cinque domande è uno stimolo, non una prova logica. Se emergono più cause concorrenti, disegnare un albero delle cause e verificare separatamente ciascuna ipotesi.

FMEA di manutenzione: esempio commentato

L'esempio mostra la sequenza corretta funzione - modo di guasto - effetto - causa - controllo. Le scale numeriche sono illustrative e non rappresentano un criterio di sicurezza.

Voce	Esempio tecnico
Elemento	Tenuta meccanica di pompa di processo
Funzione	Contenere il fluido all'uscita dell'albero.
Modo di guasto	Perdita esterna oltre il limite di accettazione.
Effetto locale	Perdita di contenimento, possibile contaminazione.
Effetto di sistema	Riduzione disponibilità; rischi dipendenti dal fluido.
Cause candidate	Montaggio errato, funzionamento a secco, incompatibilità.
Controllo preventivo	Istruzioni montaggio, verifica flush e compatibilità.
Controllo rilevazione	Ispezione perdite, trend parametri e allarme appropriato.

COME DECIDERE LA PRIORITÀ

1. Considerare prima le conseguenze gravi per persone e ambiente. 2. Valutare frequenza ed efficacia dei controlli. 3. Decidere azioni specifiche sul meccanismo. 4. Verificare la riduzione del rischio e aggiornare la scheda.

Azione proposta	Responsabile	Prova di efficacia
Verificare procedura montaggio	Ingegneria	Audit su due interventi successivi.
Validare alimentazione del flush	Manutenzione	Pressione e flusso registrati al riavvio.
Analizzare ricorrenze	Affidabilità	Riduzione eventi a parità di servizio.

Riferimento metodologico

IEC 60812:2018 descrive la pianificazione, esecuzione, documentazione e mantenimento di FMEA/FMECA, incluse diverse modalità di definizione delle priorità. Le scale devono essere definite dalla propria organizzazione.

Scheda per ordine e piano di manutenzione

Utilizzare lo schema per preparare interventi coerenti con il guasto e per fornire dati affidabili al sistema CMMS / SAP PM.

Campo dell'ordine	Definizione / controllo
Oggetto tecnico	Equipment, posizione e targa verificati.
Funzione / modo di guasto	Che cosa dovrebbe fare l'asset e come non riesce a farlo.
Sintomo / misura	Valore, unità, punto, condizioni e storico.
Criticità e conseguenze	Sicurezza, ambiente, produzione, qualità, tempi di ripristino.
Obiettivo dell'intervento	Risultato concreto e criterio di accettazione.
Sicurezza	Permesso, isolamento energie e necessità di qualifiche.
Preparazione	Ricambi, utensili, disegni, competenze e stima ore.
Programmazione	Finestra, sequenza, responsabili e vincoli di produzione.
Consuntivo	Azioni reali, cause confermate, materiali, ore e test finale.
Feedback	Modifica eventuale del piano preventivo e della base dati.

PIANO DI MANUTENZIONE ESSENZIALE

Asset	Modo di guasto	Attività	Frequenza / trigger
Pompa	Usura tenuta	Trend perdita e condizioni flush	Secondo rischio e storico
Riduttore	Degrado olio	Campione + analisi particelle	Secondo ore e condizione
Trasportatore	Rullo bloccato	Ronda termica / visiva	Secondo criticità e accesso

Non confondere una pianificazione di ispezioni con autorizzazione a manipolare organi. Gli intervalli e le attività sono da definire in base a produttore, rischio e dati aziendali.

Cruscotto minimo: indicatori e formule

Gli indicatori devono utilizzare finestre temporali e definizioni coerenti. I numeri di esempio sono dimostrativi e non soglie universali.

Indicatore	Formula / lettura	Errore da evitare
Disponibilità (modello semplice)	$MTBF / (MTBF + MTTR)$	Confonderla con disponibilità operativa completa.
MTBF	Ore di funzionamento / numero di guasti	Usarlo per dire quando avverrà il prossimo guasto.
MTTR	Ore di riparazione / numero di guasti	Mescolare attesa materiali e riparazione senza definizione.
OEE	Disponibilità * Prestazione * Qualità	Calcolare fattori su periodi incompatibili.
Copertura monitoraggio	Asset critici monitorati / asset critici totali	Equiparare copertura a capacità diagnostica.
Aderenza preventiva	Attività preventive in scadenza completate / dovute	Ignorare efficacia dei compiti pianificati.
Energia specifica	kWh / tonnellate o volume in condizioni definite	Confrontare prodotti e condizioni differenti.
Portata teorica cilindro	$Velocità = portata / area\ effettiva$	Ignorare attriti, perdite e geometria dello stelo.

ESEMPIO DI CRUSCOTTO MENSILE

Area	Domanda mensile	Prossima azione
Sicurezza	Sono emerse anomalie critiche non contenute?	Aprire escalation immediata.
Affidabilità	Quali tre modi di guasto hanno provocato più conseguenze?	Attivare RCA mirata.
Esecuzione	Quante attività pronte sono state rinviate e perché?	Rivedere materiali e programmazione.
Condizione	Quali trend hanno superato criteri motivati?	Confermare misura e pianificare verifica.
Qualità dati	Quale quota di ordini descrive causa e prova finale?	Migliorare istruzioni di consuntivo.

Regola pratica

Non ottimizzare un indicatore sacrificando sicurezza, qualità e sostenibilità della soluzione. Documentare sempre periodo, denominatore, esclusioni e fonte dati.

Fonti, limiti e percorso di approfondimento

Questa guida è stata redatta come materiale didattico originale, utilizzando la sequenza e gli argomenti presenti nella pagina commerciale fornita. Non riproduce le video-lezioni o le dispense originali e non conferisce attestati.

RIFERIMENTI TECNICI DI ORIENTAMENTO

ISO 14224:2016 - Raccolta e scambio di dati di affidabilità e manutenzione nel settore petrolifero, petrolchimico e gas naturale. Offre riferimenti sulla classificazione di equipment, eventi e interventi.

<https://www.iso.org/standard/64076.html>

ISO 17359:2018 - Condition monitoring and diagnostics of machines: linee guida generali per identificare asset, criticità, grandezze da misurare, baseline e azioni.

<https://www.iso.org/standard/71194.html>

IEC 60812:2018 - Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA): metodi per analizzare modi di guasto, effetti, controlli e priorità.

<https://webstore.iec.ch/en/publication/26359>

Documentazione dell'impianto - Manuali costruttore, schemi approvati, P&ID, procedure locali, permessi di lavoro, gestione delle modifiche, criteri aziendali e storico dei guasti prevalgono sempre sulle schede generiche.

COME PROSEGUIRE NELLO STUDIO

- Riprendere un solo asset reale alla volta e completare la scheda di ispezione con il referente dell'impianto.
- Analizzare un guasto ripetitivo con due ipotesi alternative e almeno una verifica discriminante per ciascuna.
- Aggiornare la descrizione nel CMMS in modo da collegare funzione, sintomo, causa e prova di ripristino.
- Confrontare i risultati a distanza di tempo, tenendo conto di carico, regime e condizioni esterne.
- Usare simulazioni e strumenti digitali soltanto per esercitazioni e verifiche consentite; decisioni operative restano umane.

OSSERVARE ❖ MISURARE ❖ VERIFICARE ❖ MIGLIORARE

Edizione didattica ottobre 2026. Tutti i casi sono scenari sintetici progettati per l'apprendimento. Nessun dato riferisce a un impianto reale identificabile.