techno
TECHNOLOGY & INNOVATION

GUIDA TECNICA DI RIFERIMENTO · EDIZIONE 2026/27



E-BOOK COMPLETO

Connessioni elettriche industriali

Ingegneria, affidabilità ed efficienza nell'industria

66 pagine | 7 parti · 29 capitoli | Checklist professionale

CONTENUTO TECNICO
Mario Adinolfi
Direttore di Techno do Brasil

ANALISI E CURA EDITORIALE
Prof. Vagner Soares
Manufatura Enxuta

Questa è la versione completa, per consultazione e specifica. Esiste anche l'**e-book base**, introduttivo, di 20 pagine.

Come usare questa guida

Questo materiale è organizzato in sette parti indipendenti. Chi progetta può iniziare dalla Parte II. Chi fa manutenzione, dalla Parte III. Chi acquista o risponde dei risultati, dalla Parte IV. Chi guida il miglioramento continuo, dalla Parte VII.

Lungo il testo, ogni informazione riporta la propria origine:

MARCATURA	SIGNIFICATO
TECHNO	Dato del catalogo generale o della presentazione tecnica dell'azienda
NORMA	Contenuto di norma tecnica IEC, ISO, ABNT, EN o UL
LETTERATURA	Concetto consolidato nella letteratura di manutenzione, affidabilità o Lean
ESEMPIO DIDATTICO	Numero o situazione ipotetica, creata per spiegare un concetto

Nessun esempio didattico rappresenta un risultato misurato presso un cliente. Quando esiste un dato reale, il testo ne indica la fonte.

Contenuto tecnico: Mario Adinolfi, Direttore di Techno do Brasil. **Analisi e cura editoriale:** Prof. Ing. Vagner Soares, portale Manufatura Enxuta (manufaturaenxuta.com.br).

Sommario

Parte I. Fondamenti

1. La connessione come elemento strategico della produzione
2. Anatomia e funzionamento
3. Tecnologie e funzioni
4. Ambienti industriali e loro esigenze

Parte II. Ingegneria e specifica

5. Il metodo di selezione in tre fasi
6. Dimensionamento e compatibilità
7. Grado di protezione: IP66, IP67, IP68 e IP69
8. Resistenza meccanica: il codice IK
9. Materiali, tenuta e invecchiamento
10. Condensa, infiltrazione e capillarità
11. Errori comuni di specifica e installazione

Parte III. Affidabilità e manutenzione

12. Connessioni e TPM
13. Ispezione e manutenzione pianificata
14. Segnali di degrado e diagnosi
15. Affidabilità, disponibilità e fermi non pianificati

Parte IV. Lean e competitività

16. Gli sprechi iniziano dalla scelta del componente
17. Connessioni e OEE
18. Costo totale di proprietà
19. Il costo invisibile dei guasti elettrici

Parte V. Applicazioni e casi

20. Applicazioni in ambienti ostili
21. Casi di studio
22. Lezioni apprese

Parte VI. Tecnologia e soluzioni

23. La tecnologia Techno
24. Famiglie di prodotto e dati tecnici
25. Come valutare le soluzioni
26. Checklist professionale di specifica

Parte VII. Cassetta degli attrezzi

27. Gli strumenti e dove entra ciascuno
28. Dal problema allo standard: un percorso applicato
29. Per approfondire: percorso di lettura

Domande frequenti | Conclusione | Crediti | L'azienda | Glossario | Riferimenti



PARTE

I

Fondamenti delle connessioni industriali

01 La connessione come elemento strategico della produzione

02 Anatomia e funzionamento

03 Tecnologie e funzioni

04 Ambienti industriali e loro esigenze

CAPITOLO 01

La connessione come elemento strategico della produzione

Un progetto elettrico dettaglia carichi, protezioni e sezioni. Raramente indica quante volte il cavo viene interrotto tra il quadro e il carico. Eppure è in queste interruzioni che si decide l'affidabilità del circuito.

Il cavo è continuo e protetto. Il motore è chiuso. Il sensore è sigillato in fabbrica. La giunzione, la derivazione, l'ingresso nel quadro e il collegamento all'apparecchiatura sono i punti in cui qualcuno, in campo, deve ricostruire l'isolamento e la tenuta che il cavo aveva di fabbrica.

Tre ragioni rendono strategico questo punto:

1. **Lavora in serie.** Una sola connessione guasta ferma l'intero circuito.
2. **Si guasta in silenzio.** Il degrado da umidità e ossidazione è lento e resta nascosto in scatole e canaline.
3. **Costa poco e decide molto.** Il prezzo del componente è piccolo rispetto al costo di un fermo.

IDEA CENTRALE

Trattare la connessione come una voce della lista acquisti trasferisce il costo della decisione alla manutenzione e alla produzione.



IL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERE

Il progetto elettrico dettaglia carichi, protezioni e sezioni, ma quasi mai indica quante volte il cavo viene interrotto in una linea critica. Senza questo numero non è possibile calcolare l'affidabilità del circuito né dare priorità agli investimenti.

Prof. Vagner Soares, Manufatura Enxuta



Ogni punto verde è un'interruzione del cavo, dove la protezione originale va ricostruita in campo.

CAPITOLO 02

Anatomia e funzionamento

Ogni connessione ad alta protezione è formata dagli stessi elementi.

ELEMENTO	FUNZIONE	MATERIALI CITATI NEL CATALOGO TECHNO
Contatti	Conducono corrente o segnale	Ottone, con viti in acciaio
Corpo isolante	Separa i poli e sostiene i contatti	PA66 con fibra di vetro, UL94 V0
Involucro	Protegge dall'ambiente esterno e dagli urti	PA66, con o senza fibra di vetro
Tenute	Chiudono le interfacce tra i pezzi	TPE o silicone, secondo la serie
Pressacavo	Fissa il cavo e sigilla il passaggio	PA66 UL94 V2, con gommino in TPE
Blocco	Mantiene l'accoppiamento sotto vibrazione	Push-pull, rotazione o baionetta

Come si realizza il contatto

Il modo di serrare il conduttore cambia tempi di installazione e utensili. Il codice del prodotto Techno indica il sistema TECHNO:

PREFISSO	SISTEMA DI CONTATTO	CARATTERISTICA
THB	A vite	Soluzione tradizionale, ampio intervallo di sezioni
THS	A molla	Senza utensili, accetta cavo rigido e flessibile
THP	A perforazione (piercing)	Contatto senza spelare il conduttore
THF	A innesto	Montaggio rapido
THC	Sovrastampato	Cavo stampato in fabbrica sul connettore

Come si realizza la tenuta

Esistono tre vie d'ingresso dell'acqua in un connettore, e ciascuna richiede una barriera:

- **Tra le parti dell'involucro:** sigillato da guarnizioni.
- **Intorno al cavo:** sigillato dal pressacavo, che comprime una gomma sulla guaina.
- **All'interno del cavo:** gli spazi tra i fili del conduttore funzionano come capillari. Questa via si chiude solo con una barriera interna, tema del capitolo 10.

CAPITOLO 03

Tecnologie e funzioni

Il catalogo Techno è organizzato secondo la funzione che il punto svolge nel circuito, e non per settore TECHNO. Questa logica aiuta a specificare: prima si definisce che cosa fa il punto, poi l'ambiente in cui lavora.

FUNZIONE	SOLUZIONE	QUANDO USARLA
Giuntare	Connettore lineare	Riparazione o prolunga di cavo, collegamento permanente
Derivare	Connettore a T, Y o H	Un ingresso e due o tre uscite, come nell'illuminazione in sequenza
Disconnettere	Spina e presa	Apparecchiatura rimossa per manutenzione, taratura o sostituzione
Entrare nel quadro	Connettore da pannello	Collegamento dall'esterno, senza aprire l'apparecchiatura
Distribuire	Scatola o distributore	Più cavi, morsetti o elettronica nello stesso punto
Sigillare il passaggio	Pressacavo	Ingresso cavo in scatola o macchina

Permanente o disconnettibile?

La domanda che separa una giunzione da una coppia spina e presa è semplice: **con quale frequenza verrà aperto questo punto?**

- Se la risposta è "mai, salvo riparazione", la giunzione basta e occupa meno spazio.
- Se l'apparecchiatura viene rimossa per manutenzione o taratura, spina e presa riducono il tempo di sostituzione ed eliminano il rischio di invertire le fasi al ricollegamento.

Il catalogo dichiara il numero di cicli di connessione e disconnessione per serie, 100 o 1.000 cicli TECHNO. Questo dato orienta la scelta nei punti di uso frequente.

Montato in campo o precablato?

Nelle versioni precablate il cavo esce dalla fabbrica già stampato sul connettore. Il catalogo descrive opzioni da 2 a 5 poli, fino a 17,5 A e 500 V, grado IP68 e cavi da 0,5 a 5 m, con prove elettriche e meccaniche a ogni produzione TECHNO. La fase di montaggio e collaudo esce dal campo e passa alla fabbrica.

1

Che cosa fa il punto?

- Giuntare o derivare
- Disconnettere
- Entrare nel quadro
- Distribuire o sigillare

2

Verrà aperto spesso?

- No: giunzione
- Sì: spina e presa
- Verificare i cicli della serie

3

Montaggio in campo o in fabbrica?

- Campo: a vite o a molla
- Fabbrica: versione precablata e collaudata

CAPITOLO 04

Ambienti industriali e loro esigenze

L'ambiente definisce la connessione. La tabella riunisce applicazioni mostrate nel catalogo e nella presentazione tecnica Techno, con l'aggressore dominante di ciascuna.

AMBIENTE	AGGRESSORE DOMINANTE	ESIGENZA PRINCIPALE
Alimentare e lavorazione carni	Lavaggio con acqua calda e chimica, shock termico	Resistenza a getti ad alta pressione e alta temperatura
Servizio idrico	Immersione, fognatura, umidità costante	IP68, materiali resistenti all'idrolisi
Carta e cellulosa	Umidità, calore, prodotti chimici	Tenuta stabile sotto calore continuo
Reti interrate	Allagamento dei pozzetti	Immersione prolungata, connessione reispezionabile
Aree esterne	Sole, pioggia, ciclo termico giornaliero	Resistenza agli UV e controllo della condensa
Cereali e macinazione	Polvere fine, vibrazioni	Tenuta alla polvere e blocco sicuro
Porti e zone costiere	Nebbia salina	Resistenza alla corrosione
Macchine agricole e veicoli	Lavaggio, vibrazioni, urti	Blocco, IK elevato e protezione dai getti
Strumentazione di campo	Camere allagabili, taratura periodica	Disconnessione rapida con alta protezione

CONSIGLIO PRATICO

Descrivete l'ambiente per ciò che accade nel giorno peggiore dell'anno, e non per ciò che accade per la maggior parte del tempo. Il connettore deve sopravvivere al giorno peggiore.


Lavorazione carni


Rete interrata


Illuminazione a terra


Illuminazione esterna

Foto di applicazioni reali. Fonte: presentazione tecnica Techno.

PER APPROFONDIRE

- Conexões elétricas industriais: o ponto fraco da produção
- Techno do Brasil: tecnologia em conexões elétricas

PARTE

II

Ingegneria e specifica tecnica

05 Il metodo di selezione in tre fasi

06 Dimensionamento e compatibilità

07 Grado di protezione: IP66, IP67, IP68 e IP69

08 Resistenza meccanica: il codice IK

09 Materiali, tenuta e invecchiamento

10 Condensa, infiltrazione e capillarità

11 Errori comuni di specifica e installazione

CAPITOLO 05

Il metodo di selezione in tre fasi

La presentazione tecnica Techno riassume la specifica in tre fasi, per un'installazione elettrica o di segnale corretta e durevole TECHNO.

Fase 1: analisi dell'ambiente esterno

Sette agenti vanno valutati nel punto esatto dell'installazione:

1. Umidità
2. Acqua
3. Chimica
4. Pressione
5. Calore
6. Variazione di temperatura
7. Condensa

Fase 2: scelta e armonizzazione dei cavi

Quattro dati del cavo entrano nella specifica:

1. Diametro esterno
2. Numero di poli
3. Sezione di ciascun polo
4. Specifica tecnica del cavo

Fase 3: eliminazione dei punti deboli

1. Disegnare la planimetria del circuito.
2. Misurare le distanze tra i componenti.
3. Identificare e quantificare tutte le interruzioni del cavo.
4. Classificare ogni interruzione: giunzione dritta, derivazione a T, a Y, a H o multipla.
5. Evidenziare i cambi di dimensione del cavo nelle interruzioni.
6. Misurare le distanze tra le interruzioni.

> **PERCHÉ LA FASE 3 È LA PIÙ DIMENTICATA**
>
> Le fasi 1 e 2 trattano ogni punto isolatamente. La fase 3 guarda l'intero circuito. È lì che si scopre che una linea critica ha venti interruzioni quando potrebbe averne dodici.

CAPITOLO 06

Dimensionamento e compatibilità

Parametri elettrici

PARAMETRO	CHE COSA VERIFICARE
Corrente	Corrente nominale della serie uguale o superiore a quella del circuito
Tensione	Tensione nominale della serie uguale o superiore a quella del circuito
Numero di poli	Potenza e segnale possono richiedere poli e connettori diversi
Sezione del conduttore	Deve rientrare nell'intervallo del morsetto
Corrente alternata o continua	Confermare l'applicazione in CC, come in illuminazione e IoT

Nel catalogo Techno le serie coprono fino a 41 A e 690 V nelle giunzioni TEETUBE e fino a 25 A e 630 V nei connettori TEEPLUG TECHNO.

Temperatura: due dati diversi

Il catalogo riporta due informazioni di temperatura che non vanno confuse TECHNO:

- **Temperatura minima e massima del materiale:** nella maggior parte delle serie, da −40 °C a +125 °C.
- **T-marking:** la temperatura di esercizio per la quale la serie è stata qualificata, che varia tra +60 °C, +85 °C, +100 °C e +125 °C secondo il prodotto.

Il dato che limita l'applicazione è il T-marking della serie.

Il cavo fa parte della tenuta

Il pressacavo sigilla comprimendo una gomma sulla guaina del cavo. Funziona solo entro l'intervallo di diametri indicato.

- **Cavo troppo sottile:** la gomma non raggiunge la compressione necessaria.
- **Cavo troppo grosso:** la gomma viene schiacciata e subisce una deformazione permanente.
- **Cavo ovalizzato o con guaina irregolare:** la tenuta risulta disuniforme.

La deformazione permanente da compressione, detta compression set, è il fenomeno per cui la gomma perde forza di reazione nel tempo LETTERATURA. Tenere il cavo nell'intervallo corretto preserva il margine di tenuta.

Materiale della guaina del cavo

La presentazione Techno evidenzia due materiali TECHNO:

MATERIALE	CARATTERISTICA	INDICAZIONE
EPR	Flessibilità e buone prestazioni in acqua e luoghi umidi	Reti interrate, aree bagnate
PU a base di polietere (TPU)	Immune all'idrolisi: non si degrada con acqua dolce o salata, umidità o reflui. Compatibile con oli minerali, grassi, solventi e acidi e basi deboli	Servizio idrico, ambienti con olio

Per i cavidotti, la stessa presentazione raccomanda PVC corrugato giallo nelle pareti, PVC corrugato arancione in solai e pavimenti e polietilene ad alta densità nero, con protezione UV, in esterno TECHNO.

CONSIGLIO PRATICO

Misurate il diametro esterno con il calibro, sul cavo reale che verrà installato. Il valore di catalogo del cavo può variare tra i costruttori.



Cavo nell'intervallo
Compressione corretta della tenuta

Cavo troppo sottile
La gomma non raggiunge il cavo

Cavo troppo grosso
La gomma viene schiacciata

Vista in sezione schematica del pressacavo. La tenuta (a colori) lavora solo entro l'intervallo di diametri indicato.

CAPITOLO 07

Grado di protezione: IP66, IP67, IP68 e IP69

La logica del codice

Il codice IP è definito dalla IEC 60529, recepita in Italia come CEI EN 60529 NORMA. La norma si applica agli involucri di apparecchiature elettriche con tensione nominale fino a 72,5 kV.

- **Prima cifra (da 0 a 6):** protezione contro solidi e polvere. Il livello 6 significa totalmente protetto contro la polvere.
- **Seconda cifra (da 0 a 9):** protezione contro l'acqua.
- **Lettera X:** indica che quell'aspetto non è stato classificato.

SECONDA CIFRA	CONDIZIONE DI PROVA NORMA
5	Getti d'acqua
6	Getti d'acqua potenti
7	Immersione temporanea
8	Immersione continua, in condizioni concordate tra costruttore e utilizzatore, più severe di quelle del livello 7
9	Getti d'acqua ad alta pressione e alta temperatura

Le cifre dell'acqua non formano una scala

Fino al livello 6 ogni grado include i precedenti. Dal 7 in poi, no. Getto e immersione sono prove di natura diversa, e superarne una non garantisce di superare l'altra NORMA. Per questo i costruttori dichiarano marcature combinate, come IP66/IP68 o IP66/IP68/IP69.

Lettura pratica di ogni grado

IP66. La polvere non entra e i getti potenti non causano danni. È il grado per pioggia forte, aree esterne e lavaggio con manichetta.

IP67. Sopporta l'immersione temporanea. Va bene per punti che possono allagarsi per poco tempo.

IP68. Sopporta l'immersione continua. Profondità e durata della prova sono dichiarate dal costruttore. Due prodotti IP68 possono essere stati provati in condizioni molto diverse.

IP69. Sopporta getti ravvicinati, ad alta pressione e alta temperatura. La presentazione Techno cita 80 °C e da 80 a 100 bar TECHNO, valori coerenti con la prova descritta nella norma.

IP69 O IP69K?

La marcatura IP69K è nata nel settore automobilistico e oggi si trova nella ISO 20653, norma per i veicoli stradali. Nel 2013 la IEC 60529 ha introdotto una prova equivalente come seconda cifra 9. Il catalogo Techno usa la forma IP69. La presentazione tecnica usa IP69K. Entrambe indicano resistenza al lavaggio ad alta pressione e alta temperatura.

La lettura nordamericana: NEMA 6 e 6P

La presentazione Techno cita anche le classificazioni NEMA TECHNO:

- **Type 6:** protezione contro l'ingresso d'acqua in sommersione temporanea, a profondità limitata.
- **Type 6P:** protezione in sommersione prolungata, con resistenza ad ambienti corrosivi.

La classificazione NEMA non è una traduzione diretta dell'IP, perché include requisiti che l'IP non valuta, come la corrosione.

Ciò che l'IP non dice

ATTENZIONE

Il grado IP deriva da una prova di tipo: prodotto nuovo, montato correttamente, temperatura stabile, per un tempo limitato e con l'acqua che arriva dall'esterno. Non valuta l'invecchiamento da UV, ozono, nebbia salina o calore, né la condensa che si forma all'interno.

Tre domande da fare al costruttore:

1. Quali sono la profondità e la durata della prova IP68?
2. Il grado vale per l'insieme accoppiato o anche per la presa senza spina?
3. In quale intervallo di diametri del cavo è stato ottenuto il grado?



IL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERE

Una sigla di grado di protezione non si confronta con un'altra sigla. Si confronta la condizione di prova con la condizione d'uso. Quando la scheda tecnica non indica profondità, tempo e intervallo del cavo, il confronto tra fornitori non è ancora cominciato.

Prof. Vagner Soares, Manufatura Enxuta



IP66

GETTO POTENTE

Aree esterne e lavaggio con manichetta



IP67

IMMERSIONE TEMPORANEA

Punti soggetti ad allagamento breve



IP68

IMMERSIONE CONTINUA

Pozzetti interrati, pompe e sonde



IP69

ALTA PRESSIONE E TEMPERATURA

Sanificazione nell'industria alimentare

CAPITOLO 08

Resistenza meccanica: il codice IK

La norma IEC 62262, equivalente alla EN 62262 europea (in Italia CEI EN 62262), classifica la protezione degli involucri contro gli urti meccanici esterni NORMA. Il codice ha due cifre, associate all'energia d'urto.

GRADO IK	ENERGIA D'URTO	LETTURA PRATICA
IK06	1 J	Manipolazione leggera
IK07	2 J	Urti leggeri di installazione
IK08	5 J	Uso industriale generale
IK09	10 J	Aree con movimentazione di materiali
IK10	20 J	Aree soggette a urti severi

L'emendamento del 2021 alla norma ha aggiunto il grado IK11, di 50 J NORMA.

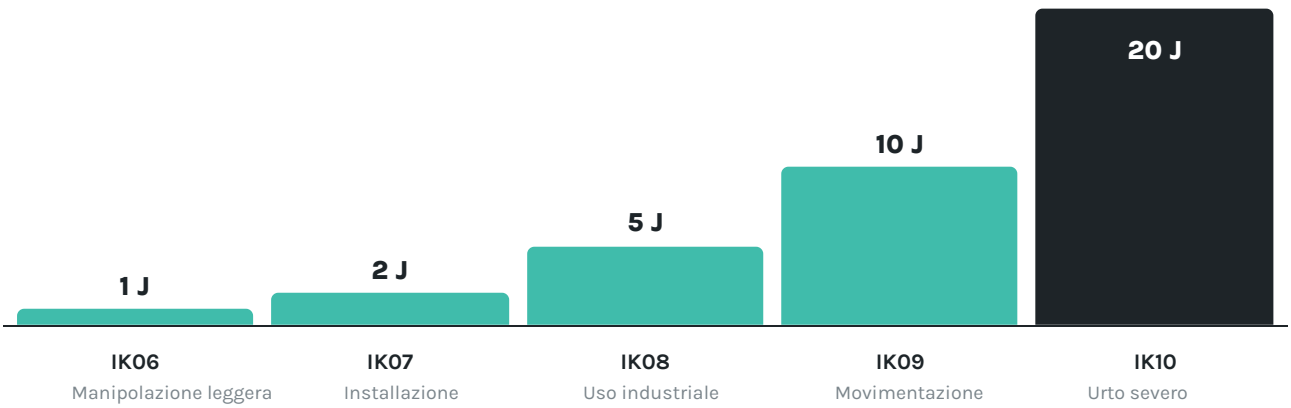
Come compare l'IK nel catalogo Techno

Il grado varia secondo la serie TECHNO:

- IK07 in derivazioni come TH390, TH402 e TH399 e in connettori come TH387;
- IK08 in scatole come TH209, TH211, TH219 e TH212;
- IK10 in versioni rinforzate, come la TH400 UP e la scatola IoTH210.

ERRORE COMUNE

Specificare IP68 per una scatola installata a pavimento in un piazzale e dimenticare gli urti. La scatola si incrina alla prima ruota, e il grado IP non esiste più. Nei punti soggetti a urti, IP e IK si specificano insieme.



CAPITOLO 09

Materiali, tenuta e invecchiamento

Il grado IP mostra come si comporta il connettore da nuovo. I materiali definiscono come si comporta dopo anni.

Il corpo: poliammide 66 con fibra di vetro

Techno utilizza nylon 66 caricato con fibra di vetro. Secondo la presentazione dell'azienda, il rinforzo del 30% conferisce stabilità di forma e resistenza all'uso TECHNO.

Prove e classificazioni dichiarate

AGENTE	PROVA O CLASSIFICAZIONE	CHE COSA RAPPRESENTA
Fiamma	UL 94 V0 e V2, secondo il pezzo	Comportamento della plastica alla fiamma
Filo incandescente	Glow-wire 850 °C e 960 °C	Resistenza al contatto con parti incandescenti
Uso esterno	UL 746C, classificazione f1	Idoneità all'esposizione a UV e acqua
Infiammabilità dell'involucro	UL 94 5VA	Classe più severa della UL 94
Radiazione UV	Prova secondo EN 60079-0, 1.000 ore	Resistenza alla luce solare
Ozono	ISO 1431-1	Resistenza della gomma alla fessurazione
Nebbia salina	EN 60068-2-11	Resistenza alla corrosione
Urto	EN 62262	Grado IK

Fonte dei dati della tabella: presentazione tecnica e catalogo generale TECHNO.

Composizione

Il catalogo e la presentazione dichiarano materiali TECHNO:

- **privi di alogeni**, in conformità a REACH e RoHS;
- **privi di silicone** in varie serie, aspetto importante per le linee di verniciatura, dove il silicone è un contaminante;
- **senza zolfo**, per compatibilità con i LED.

L'indicazione "Silicone Free" non vale per tutte le serie. Alcune usano guarnizioni in silicone per sopportare temperature più alte. Va consultata la scheda di ogni serie.

Resistenza chimica

La presentazione Techno include una tabella di resistenza chimica dei materiali. Tra gli agenti indicati come compatibili ci sono ammoniaca, cloruro di calcio, benzina, fertilizzanti, oli lubrificanti, petrolio, fosfati e acqua di mare. Alcol metilico e cloro compaiono con resistenza parziale TECHNO.

ATTENZIONE

Le tabelle di resistenza chimica sono guide generali. Concentrazione, temperatura e tempo di contatto cambiano il risultato. Per detergenti e sanificanti specifici, consultate il costruttore con la scheda del prodotto chimico alla mano.

La tenuta costampata

Nella tenuta costampata plastica e gomma sono iniettate insieme e aderiscono chimicamente e meccanicamente. Techno indica tre effetti TECHNO:

- installazione rapida, con pochi componenti;
- riduzione degli errori di installazione, con guarnizioni antiperdita;
- maggiore resistenza, grazie all'aderenza tra plastica e gomma.

Dal punto di vista ingegneristico, ogni pezzo sciolto eliminato è un'interfaccia in meno che può cedere e un passaggio in meno in cui sbagliare.



Pressacavo TEEGLAND® con tenuta costampata. L'anello verde acqua è iniettato insieme al corpo: non c'è nessun pezzo sciolto da posizionare né anello di tenuta da dimenticare nel montaggio. Foto: Techno do Brasil.

CAPITOLO 10

Condensa, infiltrazione e capillarità

L'acqua dentro un connettore non significa necessariamente una tenuta difettosa. Esistono tre meccanismi distinti, e ciascuno richiede un'azione diversa.

Meccanismo 1: infiltrazione

È l'acqua che entra da fuori, per tenuta difettosa o montaggio errato: cavo fuori intervallo, connettore non bloccato, serraggio sbagliato, guarnizione danneggiata. La correzione sta nell'installazione.

Meccanismo 2: respirazione termica e condensa

Un involucro sigillato che si scalda e si raffredda si comporta come una piccola pompa. Per la legge dei gas, la pressione interna segue la temperatura assoluta.

> **ORDINE DI GRANDEZZA (ESEMPIO DIDATTICO)**
>
> L'aria interna a 60 °C (333 K) che si raffredda fino a 20 °C (293 K) perde circa il 12% della pressione. In valori approssimati è una depressione di 0,12 bar, equivalente a una colonna d'acqua di 1,2 m.

Questa depressione aspira aria umida da qualsiasi microvia. Dentro l'involucro il vapore condensa sulle superfici fredde quando la temperatura scende sotto il punto di rugiada. Ogni ciclo deposita poco, ma l'acqua non ha da dove uscire e si accumula.

L'aria a 30 °C e 80% di umidità relativa contiene circa 24 g di vapore per metro cubo. A 15 °C l'aria satura ne contiene circa 13 g per metro cubo. La differenza diventa acqua liquida LETTERATURA, DATI DI PSICROMETRIA.

Meccanismo 3: capillarità lungo il cavo

Gli spazi tra i fili di un conduttore multifilare funzionano come capillari. L'acqua che raggiunge l'estremità del cavo, in una giunzione sommersa o in una terminazione mal sigillata, migra al suo interno, anche con la guaina integra e il pressacavo ben serrato.

Quando l'apparecchiatura respira, l'aspirazione si somma a questa via. Sigillare solo la guaina esterna non basta.

La soluzione a barriera: xDRY®

La tecnologia xDRY®, descritta nel catalogo Techno come sistema anticondensa brevettato, pone una barriera tra il connettore e l'apparecchiatura, interrompendo il passaggio all'interno del cavo. Il catalogo indica TECHNO:

- riduzione del 90% delle infiltrazioni d'acqua;
- garanzia di continuità elettrica;
- isolamento senza caduta di tensione;
- prodotto pronto per l'uso e l'installazione.

Le versioni xDRY® sono identificate nel codice da THB.xxx.Rxx, THB.Dxxx.xxx o THB.xxx.xxx.XD.

Quando specificare la protezione anticondensa

SEGNALE	INDICAZIONE
Ciclo termico giornaliero combinato con umidità elevata	Forte
Elettronica sensibile collegata al connettore, come sonde e trasmettitori	Forte
Apparecchi d'illuminazione esterni che si scaldano accesi e si raffreddano di notte	Forte
Storico di acqua interna senza difetto di tenuta apparente	Decisivo

CONSIGLIO PRATICO

Quando trovate acqua dentro un connettore, fotografate prima di pulire. Acqua pulita in gocce sulle pareti suggerisce condensa. Acqua sporca con una traccia a partire da una guarnizione suggerisce infiltrazione. Umidità concentrata all'estremità dei conduttori suggerisce capillarità.



Principio della barriera anticondensa. Illustrazione schematica, basata sulla presentazione tecnica Techno.

CAPITOLO 11

Errori comuni di specifica e installazione

Nella specifica

ERRORE	CONSEGUENZA	COME EVITARLO
Specificare per la condizione media dell'ambiente	Guasto nel giorno di lavaggio o di pioggia forte	Descrivere la peggiore condizione reale
Leggere IP68 come "a prova di tutto"	Guasto sotto getto ad alta pressione	Richiedere una marcatura combinata adeguata
Ignorare l'IK	Involucro incrinato, IP perso	Specificare IP e IK insieme
Scegliere il connettore prima del cavo	Diametro fuori dall'intervallo di tenuta	Armonizzare cavo e connettore
Giunzione dove si sostituisce spesso	Tempo di riparazione alto, rischio di inversione	Usare spina e presa
Confondere la temperatura del materiale con il T-marking	Esercizio oltre la qualifica	Verificare il T-marking della serie
Non contare le interruzioni del circuito	Affidabilità in serie bassa	Applicare la fase 3 del metodo

Nell'installazione

ERRORE	CONSEGUENZA	COME EVITARLO
Spelare troppa guaina	Il pressacavo stringe sui conduttori, non sulla guaina	Rispettare la lunghezza di spelatura delle istruzioni
Serraggio insufficiente o eccessivo	Tenuta senza compressione o gomma danneggiata	Rispettare la coppia o il fine corsa indicato
Connettore innestato a metà	Micromovimento, riscaldamento, ingresso d'acqua	Verificare il riscontro tattile e visivo del blocco
Presa lasciata senza spina o senza tappo	Perdita del grado di protezione	Usare il tappo di protezione
Cavo in tensione o con curva forzata all'uscita	Sforzo sulla tenuta	Prevedere scarico di trazione e raggio di curvatura
Completare la tenuta con nastro o mastice	Strati che nascondono il difetto e impediscono l'ispezione	Usare la connessione progettata per l'ambiente

ERRORE COMUNE

"Rinforzare" una giunzione con nastro autoagglomerante, mastice e altro nastro. Ogni strato aggiunge tempo di installazione e nessuna garanzia. Al guasto successivo nessuno riesce ad aprire per ispezionare.

PER APPROFONDIRE

- Como escolher conectores elétricos industriais: checklist
- IP66, IP68, IP69K e IK: como interpretar
- Condensação e infiltração de água em conexões



PARTE

III

Affidabilità e manutenzione

12 Connessioni e TPM

13 Ispezione e manutenzione pianificata

14 Segnali di degrado e diagnosi

15 Affidabilità, disponibilità e fermi non pianificati

CAPITOLO 12

Connessioni e TPM

La Total Productive Maintenance, sistematizzata da Seiichi Nakajima al Japan Institute of Plant Maintenance, mira a eliminare le perdite dell'impianto con la partecipazione di produzione e manutenzione LETTERATURA. Richiede che ogni componente capace di generare perdite abbia uno standard di normalità, con responsabile, frequenza e azione in caso di scostamento.

Le connessioni elettriche restano spesso fuori da questo standard. Dopo la pulizia iniziale della manutenzione autonoma, quasi nessuno definisce com'è una connessione in buono stato.

La connessione nelle sei grandi perdite

PERDITA LETTERATURA	COME CONTRIBUISCE LA CONNESSIONE
Guasti	Infiltrazione, contatto ossidato, cavo rotto nella giunzione
Setup e regolazioni	Sostituire un motore o un sensore richiede di allentare morsetti dentro le scatole
Microfermate	Falso contatto o umidità nel connettore di un sensore
Velocità ridotta	Funzionamento sotto ritmo per timore di un guasto elettrico noto
Difetti e rilavorazioni	Lettura instabile di sensore o bilancia
Perdite di avviamento	Condensa accumulata durante il fermo

Lo standard di ispezione dell'operatore

La manutenzione autonoma ispeziona dall'esterno, senza aprire e senza misurare. Lo standard sta in una scheda.

VOCE	CONDIZIONE NORMALE	SE È FUORI STANDARD
Innesto e blocco	Innestato a fondo, blocco chiuso	Cartellino e avviso manutenzione
Cavo e pressacavo	Senza gioco, crepe, schiacciamenti o pieghe forzate	Cartellino e avviso manutenzione
Corpo del connettore	Senza crepe, deformazioni o segni di calore	Cartellino e avviso manutenzione
Umidità e sporco	Senza acqua, prodotto accumulato o ossidazione visibile	Pulire all'esterno e applicare il cartellino se c'è ossidazione
Identificazione	Etichetta leggibile con il codice del punto	Rifare l'identificazione

ATTENZIONE

Aprire i connettori, misurare l'isolamento e sostituire i componenti sono compiti della manutenzione, con il circuito fuori tensione e le procedure di blocco e segnalazione delle energie (LOTO) dello stabilimento.

La prevenzione della manutenzione inizia dal progetto

Il momento migliore per ridurre la manutenzione di una connessione è prima che esista. Tre decisioni di progetto aiutano:

- portare la connessione fuori dalla scatola, con un connettore da pannello, perché possa essere vista e ispezionata;
- scegliere connessioni reispezionabili, senza resina né gel;
- usare spina e presa dove c'è sostituzione periodica.

CAPITOLO 13

Ispezione e manutenzione pianificata

1. Classificare per criticità

Non tutte le connessioni meritano lo stesso impegno. Iniziate da:

- circuiti di sicurezza, come interruttori di interblocco e pulsanti di emergenza;
- azionamenti principali della linea;
- strumenti che controllano qualità o processo;
- punti di difficile accesso, interrati o in quota.

2. Ispezionare su condizione

TECNICA	DOVE APPLICARLA	CHE COSA RIVELA
Ispezione visiva a giro	Tutti i punti accessibili	Crepe, giochi, ossidazione, blocco aperto
Resistenza di isolamento	Giunzioni e derivazioni esposte all'umidità	Ingresso d'acqua prima del guasto
Termografia	Connessioni di potenza	Riscaldamento da contatto degradato
Reispezione interna	Giunzioni critiche, nei fermi programmati	Stato reale di contatti e tenute

La reispezione interna è possibile solo nelle connessioni che si possono aprire e richiudere. La linea TEETUBE® è descritta nel catalogo come priva di resina o gel, reispezionabile e riaccessibile anche dopo lunghi periodi di esercizio TECHNO.

3. Standardizzare i ricambi

Definire poche famiglie di connettori per funzione riduce le scorte di ricambi, semplifica la formazione e accorcia la riparazione.

4. Registrare la causa con precisione

"Guasto elettrico" non insegna nulla. "Infiltrazione nella giunzione del motore M-12" permette di costruire uno storico. La registrazione con causa codificata è la base del Pareto che orienta il miglioramento successivo.

5. Usare i fermi programmati

Il fermo generale è l'occasione per sostituire le connessioni critiche a fine vita e reispezionare le giunzioni di difficile accesso.

> **CONSIGLIO PRATICO**
>
> Inserite le connessioni nel piano di lubrificazione e ispezione già esistente, con lo stesso codice del punto. Creare un giro separato solo per le connessioni raramente regge nel tempo.

CAPITOLO 14

Segnali di degrado e diagnosi

Che cosa osservare

SEGNALE	CAUSA PROBABILE
Scolorimento o segni di calore sul corpo	Resistenza di contatto elevata
Polvere verdastra o bianca sui contatti	Corrosione da umidità
Polvere scura sui contatti	Corrosione da sfregamento, causata da micromovimento
Gomma secca o screpolata	Invecchiamento da UV, ozono o calore
Gomma che non torna in forma	Deformazione permanente da compressione
Gocce o appannamento all'interno	Condensa
Traccia di sporco a partire da una guarnizione	Infiltrazione
Guaina del cavo gonfia o appiccicosa	Attacco chimico o idrolisi

La corrosione da sfregamento, nota come fretting, si verifica quando vibrazioni e ciclo termico provocano micromovimenti tra le superfici di contatto. Lo strato di ossido che si forma aumenta la resistenza, il contatto si scalda e il processo accelera LETTERATURA.

Percorso di indagine in sette passi

1. **Registrare l'andamento del guasto.** Orario, meteo, fase del processo, lavaggio recente.
2. **Aprire e fotografare prima di pulire.** La posizione dell'acqua e dell'ossidazione è la prova principale.
3. **Verificare l'installazione.** Diametro del cavo, serraggio, blocco, guarnizioni.
4. **Seguire il cavo.** Cercare l'altra estremità e le giunzioni intermedie.
5. **Applicare i 5 perché.** Andare oltre "è entrata acqua".
6. **Scegliere l'azione.** Correggere l'installazione, aggiungere una barriera o entrambe le cose.
7. **Misurare prima e dopo.** Senza misure non si può standardizzare la soluzione.

ERRORE COMUNE

Sostituire il connettore con uno uguale senza indagare la causa. Se il problema è condensa o capillarità, il connettore nuovo cederà allo stesso modo, nello stesso tempo.



IL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERE

Nella TPM ogni componente che può generare perdite ha bisogno di uno standard di normalità. La connessione non lo ha quasi mai. Se lo stesso collegamento ha ceduto due volte, la terza sostituzione è uno spreco: serve un'analisi della causa radice.

Prof. Vagner Soares, Manufatura Enxuta

CAPITOLO 15

Affidabilità, disponibilità e fermi non pianificati

Affidabilità in serie

Quando più elementi devono funzionare perché funzioni il sistema, l'affidabilità del sistema è il prodotto delle affidabilità individuali LETTERATURA:

> **R sistema = R1 × R2 × … × Rn**

CONNESSIONI IN SERIE	AFFIDABILITÀ DI CIASCUNA	AFFIDABILITÀ DEL CIRCUITO	PROBABILITÀ DI ALMENO UN GUASTO
10	99%	90%	10%
20	99%	82%	18%
20	96%	44%	56%
12	99%	89%	11%

Valori illustrativi, calcolati con la formula sopra ESEMPIO DIDATTICO.

La tabella mostra le due leve disponibili. Passare dal 96% al 99% in ogni punto abbatte la probabilità di guasto dal 56% al 18%. Ridurre da 20 a 12 interruzioni, dal 18% all'11%.

Indicatori

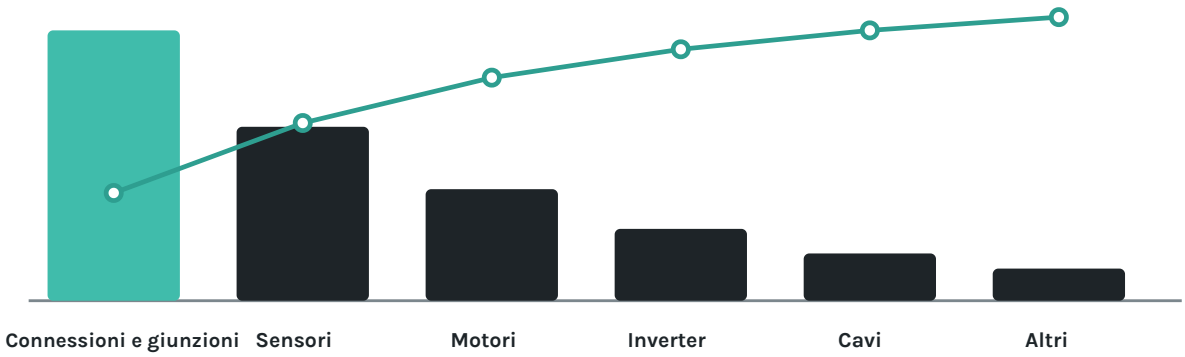
INDICATORE	DEFINIZIONE	RELAZIONE CON LA CONNESSIONE
MTBF	Tempo medio tra i guasti	Sale con un prodotto adatto all'ambiente
MTTR	Tempo medio di riparazione	Scende con spina e presa e con accesso facile
Disponibilità	MTBF diviso per la somma di MTBF e MTTR	Risultato combinato dei due

Cinque azioni per ridurre i fermi non pianificati

1. **Raccogliere i dati.** Quanti ordini correttivi dell'ultimo anno hanno avuto origine in una connessione, giunzione o ingresso cavo?
2. **Applicare Pareto.** Pochi punti concentrano di solito la maggior parte degli eventi.
3. **Trattare la causa.** Usare il percorso del capitolo 14.
4. **Fare un pilota.** Una macchina, una modifica, misure prima e dopo.
5. **Standardizzare ciò che ha funzionato.** Nella specifica d'acquisto e nello standard di manutenzione.

CONSIGLIO PRATICO

Non serve sostituire tutte le connessioni dello stabilimento. Iniziate dalla macchina con più guasti elettrici registrati.



Pareto dei fermi elettrici per causa, con curva cumulata. Valori illustrativi, senza dati di clienti.

PER APPROFONDIRE

- Conexões industriais e TPM
- RCFA
- 5 perché
- MTBF e MTTR



PARTE

IV

Lean Manufacturing e competitività

16 Gli sprechi iniziano dalla scelta del componente

17 Connessioni e OEE

18 Costo totale di proprietà

19 Il costo invisibile dei guasti elettrici

CAPITOLO 16

Gli sprechi iniziano dalla scelta del componente

Nel pensiero snello, spreco è ogni attività che consuma risorse senza generare valore per il cliente LETTERATURA. La specifica di un componente è una decisione di processo: determina quanto lavoro di installazione, ispezione e riparazione ci sarà per tutta la vita dell'impianto.

Un connettore scelto male non compare nella mappa del flusso di valore come causa. Compare dopo, come fermo, scarto o rilavorazione.

SPRECO LETTERATURA	COME COMPARE NELLA CONNESSIONE	DECISIONE CHE LO PREVIENE
Difetti	Lettura instabile di sensore o bilancia per umidità	Grado di protezione e anticondensa adeguati
Attesa	Linea ferma in attesa di diagnosi o ricambio	Connessione reispezionabile e ricambi standardizzati
Movimentazione	Tecnico che apre scatole e rifà morsetti in campo	Spina e presa o versione precablata
Sovraprocesso	Giunzione con strati di nastro, mastice o resina	Giunzione progettata per l'ambiente
Scorte	Decine di modelli per la stessa funzione	Standardizzazione per funzione e ambiente
Talento non valorizzato	Tecnico qualificato che corregge un collegamento fatto male	Installazione semplice, meno dipendente dall'abilità

La relazione tra ogni spreco e la connessione è una lettura ingegneristica, non una misura. Serve a orientare dove cercare.

Poka-yoke: l'errore impedito dal componente

Il poka-yoke è il dispositivo che impedisce l'errore invece di rilevarlo dopo LETTERATURA. Alcune caratteristiche di progetto della connessione svolgono questo ruolo:

- **Tenuta costampata:** non c'è un anello sciolto da dimenticare.
- **Chiavi meccaniche e colori diversi:** il catalogo Techno descrive versioni distinte per circuiti di energia e di segnale, che impediscono l'innesto errato TECHNO.
- **Blocco con riscontro tattile e visivo:** rende evidente quando l'accoppiamento è completo.
- **Sistema a molla:** elimina la variazione della coppia di serraggio tra installatori.

Qualità alla fonte

Nelle versioni precablate il montaggio e il collaudo escono dal campo e passano alla fabbrica, in condizioni controllate. In cantiere arriva un pezzo unico, già collaudato.

Standardizzare senza irrigidire

1. Elencare le funzioni di connessione dello stabilimento.
2. Scegliere una famiglia di riferimento per funzione e per ambiente.
3. Registrare le eccezioni con il motivo.
4. Rivedere lo standard quando cambiano l'ambiente o lo storico dei guasti.

Un kaizen su una macchina

1. Scegliere la macchina con più guasti elettrici.
2. Mappare tutte le sue connessioni.
3. Classificare gli sprechi con la tabella di questo capitolo.
4. Provare una modifica.
5. Standardizzare se c'è un guadagno misurato.

CAPITOLO 17

Connessioni e OEE

L'OEE, indice di efficienza globale dell'impianto, è il prodotto di tre fattori LETTERATURA:

> **OEE = Disponibilità × Prestazione × Qualità**

FATTORE	PERDITA ASSOCIATA	EFFETTO DI UNA CONNESSIONE INADEGUATA
Disponibilità	Guasti, setup e regolazioni	Fermo per guasto elettrico, sostituzione lenta dei componenti
Prestazione	Microfermate, velocità ridotta	Microfermate per falso contatto, funzionamento a ritmo prudente
Qualità	Difetti, perdite di avviamento	Scarti per lettura instabile, instabilità dopo i fermi

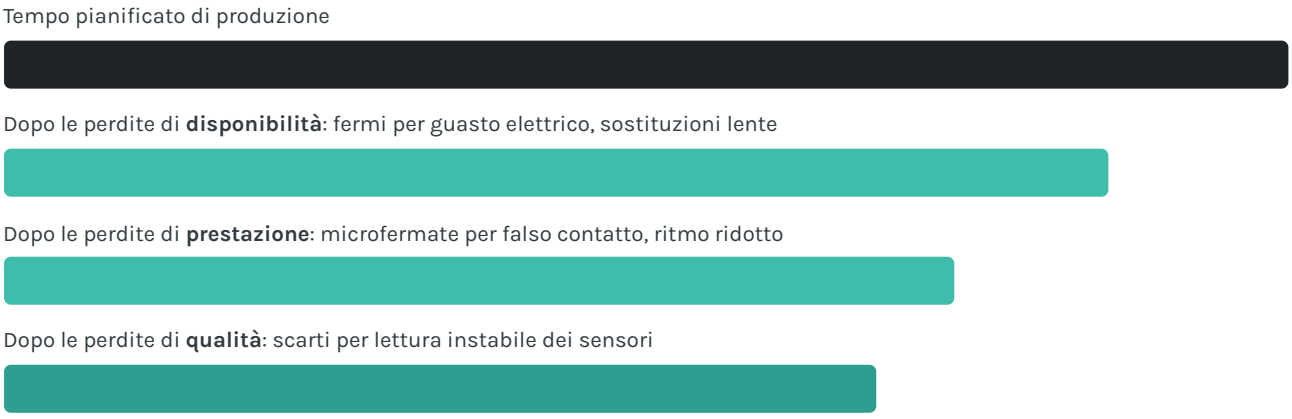
Perché la microfermata pesa tanto

Un fermo di tre ore entra nel report. Sei fermi di venti minuti, sparsi nel mese, spesso non ci entrano. Il guasto intermittente di connessione produce proprio questo andamento: la macchina si ferma, l'operatore muove il cavo, riparte.

> **ESEMPIO DIDATTICO**
>
> Una linea con un costo di R$ 8.000 per ora di fermo subisce 6 fermi di 25 minuti al mese per guasto intermittente. Sono 2,5 ore, cioè R$ 20.000 al mese, senza che nessun fermo isolato abbia attirato l'attenzione. Valori ipotetici, in reais brasiliani.

Dall'indicatore alla causa

L'OEE mostra che c'è una perdita. Non ne mostra la causa. Per arrivare alla connessione, la registrazione del fermo ha bisogno di un codice di causa specifico, come "connessione, giunzione o ingresso cavo", separato dal generico "elettrica".



Cascata dell'OEE. Le proporzioni sono illustrative.

CAPITOLO 18

Costo totale di proprietà

Il costo totale di proprietà, o TCO, riunisce tutto ciò che un articolo costa lungo la sua vita. La norma IEC 60300-3-3 tratta il tema con il nome di costo del ciclo di vita NORMA.

Le voci

VOCE	CHE COSA CONSIDERARE	CARATTERISTICA TECNICA CHE PESA
Acquisto	Connettore, pressacavo, accessori	Materiale, grado di protezione, numero di poli
Installazione	Ore del tecnico, utensili, rilavorazioni	Numero di pezzi, tenuta costampata, precablaggio
Ispezione e manutenzione	Tempo per ispezionare, scollegare e ricollegare	Connessione reispezionabile, spina e presa
Guasti	Probabilità di guasto moltiplicata per il costo di ogni guasto	Idoneità all'ambiente
Sostituzione	Sostituzione a fine vita e ricambi	Resistenza all'invecchiamento

> **TCO = acquisto + installazione + manutenzione nel periodo + (guasti attesi × costo per guasto)**

> **Costo per guasto = ore di fermo × costo orario della linea + manodopera + materiali + scarti**

Esempio svolto

L'esempio che segue usa valori ipotetici (in reais), adattati dalla serie di articoli del portale Manufatura Enxuta ESEMPIO DIDATTICO.

Ipotesi: orizzonte di 5 anni. Ogni guasto causa 1 ora di fermo a R$ 8.000, più R$ 1.000 di riparazione. Tecnico a R$ 80 l'ora.

VOCE, PER PUNTO DI CONNESSIONE	OPZIONE A, CONVENZIONALE	OPZIONE B, ROBUSTA
Acquisto	R$ 40	R$ 180
Installazione	1,5 h = R$ 120	0,5 h = R$ 40
Subtotale iniziale	R$ 160	R$ 220
Probabilità di guasto all'anno	4%	1%
Guasti attesi in 5 anni	0,20	0,05
Costo atteso dei guasti	R$ 1.800	R$ 450
TCO in 5 anni	**R$ 1.960**	**R$ 670**

L'opzione B costa R$ 60 in più all'inizio e R$ 1.290 in meno nel periodo.

Punto di pareggio: R$ 60 divisi per R$ 9.000 danno 0,0067 guasti per punto. Basta evitare un guasto ogni 150 punti installati perché l'opzione B si ripaghi.

In scala: in una linea con 120 punti, la differenza ammonta a R$ 154.800 in cinque anni, con 18 fermi attesi in meno.

> **ATTENZIONE**
>
> Le probabilità di guasto di questo esempio sono ipotetiche. In un'analisi reale devono provenire dallo storico dello stabilimento. Il confronto vale solo tra opzioni che soddisfano gli stessi requisiti tecnici.

Percorso per acquisti e direzione

1. Raccogliere i guasti dell'ultimo anno per causa e componente.
2. Calcolare il costo per guasto con il costo orario della linea.
3. Costruire il TCO delle opzioni e il punto di pareggio.
4. Proporre un pilota, con MTBF e MTTR misurati prima e dopo.
5. Misurare anche il tempo di installazione.
6. Standardizzare ciò che il pilota conferma.

Opzione A · convenzionale



TCO in 5 anni: **R$ 1.960** (iniziale R$ 160)

Opzione B · robusta



TCO in 5 anni: **R$ 670** (iniziale R$ 220)

In scuro, acquisto e installazione. A colori, il costo atteso dei guasti. Valori ipotetici.

CAPITOLO 19

Il costo invisibile dei guasti elettrici

Il foglio di calcolo del TCO cattura ciò che si riesce a misurare. Una parte del costo ne resta fuori.

Diagnosi del guasto intermittente. Prima di arrivare alla connessione, il tecnico prova il sensore, sostituisce la scheda del PLC e misura il cavo. Vengono sostituiti pezzi buoni.

Scorte di ricambi. Molte famiglie di connettori per la stessa funzione occupano magazzino e capitale.

Accesso difficile. Pozzetti interrati, punti in quota e spazi confinati richiedono attrezzature, permesso di lavoro e più persone.

Sicurezza. Un interruttore di interblocco o un pulsante di emergenza che si guasta smette di proteggere. Questo costo non si misura in euro all'ora.

Fiducia. La linea che si ferma senza spiegazione viene poi condotta con cautela, sotto la velocità nominale.

Dove la decisione costa meno

Una regola pratica nota come 1-10-100 riassume l'idea: correggere un problema nel progetto costa un'unità, nell'installazione ne costa dieci, in esercizio ne costa cento. I numeri sono ordini di grandezza, non misure. La logica però si conferma ogni giorno: più tardi arriva la correzione, più costa.

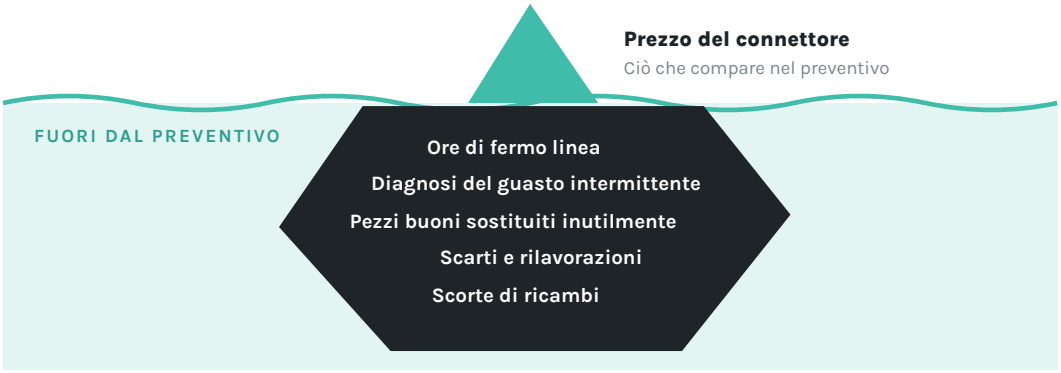
> **PER LA RIUNIONE DI BUDGET**
>
> Il costo di una connessione è una decisione. Il costo di un guasto è un evento. Confrontare i due nella stessa tabella di solito chiude la discussione sul prezzo unitario.



IL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERE

Non serve sostituire tutte le connessioni dello stabilimento per dimostrarlo. Si comincia da dati, focalizzazione e standard: raccogliere i guasti, scegliere una macchina, misurare prima e dopo. Un pilota ben misurato convince più di qualsiasi catalogo.

Prof. Vagner Soares, Manufatura Enxuta



PER APPROFONDIRE

- Lean: os desperdícios começam na escolha do componente
- Custo total das conexões industriais (TCO)
- OEE, con calcolatore
- Costo dell'ora macchina



PARTE

V

Applicazioni e casi

20 Applicazioni in ambienti ostili

21 Casi di studio

22 Lezioni apprese

CAPITOLO 20

Applicazioni in ambienti ostili

La presentazione tecnica "Applicazioni complicate e ostili", tenuta da Mario Adinolfi, Direttore di Techno do Brasil, riunisce applicazioni in campo con i prodotti del marchio TECHNO. La tabella riassume le principali.

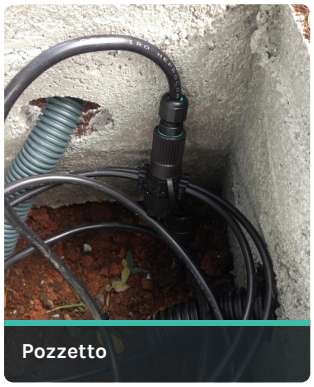
APPLICAZIONE	AMBIENTE	PRODOTTO INDICATO NELLA PRESENTAZIONE
Illuminazione di un campo da calcio	Pozzetti interrati che si allagano	THB.402
Illuminazione pubblica interrata	Rete interrata	THB.370
Illuminazione esterna e a incasso a terra	Acqua e carico meccanico	THB.391.A4A
Illuminazione industriale esterna	Ciclo termico e umidità	THB.391.R4A.L, versione xDRY®
Telemetria nel servizio idrico	Condotte di acqua e fognatura	Scatola 210, connettori 381 e 387
Sonda di purezza dell'acqua	Immersione e gradiente termico	THB.387.N4A, versione xDRY®
Tavola piana in cartiera	Umidità e calore	THB.391.A4A
Macchina per pasta	85 °C continui e 90% di umidità	THB.387.A4A
Impianto di lavorazione carni	Lavaggio	THB.405.S5A
Bilance a 2 e 4 celle	Umidità	Mini connettori THB.389 e derivazione THH.629
Motori nell'industria del riso	Polvere	Famiglia THB.387
Motori di utensili	Montaggio in fabbrica	Famiglia THB.387, 4 poli
Strumentazione di campo	Trasmettitori esposti	THB.381
Sensore di pH	Sonda sostituibile	THB.400 con THB.381.A2A e THB.381.B2A
Interruttore di interblocco di protezione	Circuito di sicurezza	THB.405.A8A con THB.405.B8A
Quadri di macchine	Più cavi per quadro	Connettori circolari a 3, 8 e 12 vie

NOTA DI TRASPARENZA

La presentazione riporta prodotto e ambiente di ogni applicazione. Solo due hanno un seguito nel tempo: il campo da calcio, ispezionato dopo 4 anni, e la macchina per pasta, ispezionata dopo 8 mesi. Per le altre, questa guida non attribuisce risultati.



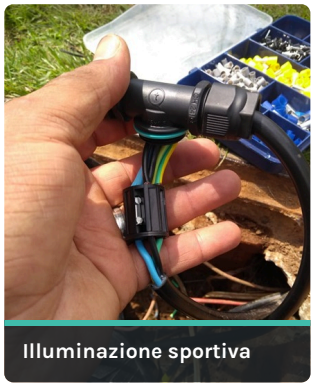
Illuminazione pubblica



Pozzetto



Telemetria



Illuminazione sportiva

Foto di applicazioni reali. Fonte: presentazione tecnica Techno.

CAPITOLO 21

Casi di studio

I primi quattro casi si basano su documentazione Techno. Gli ultimi due sono ipotetici e sono indicati come tali.

Caso 1. Illuminazione sportiva con giunzioni sommerse

Origine: caso reale TECHNO.

1. **Contesto operativo.** Illuminazione di un campo da calcio a Mogi das Cruzes, SP (Brasile). Le giunzioni si trovano in pozzetti interrati.
2. **Problema individuato.** I pozzetti si riempiono d'acqua nei periodi di pioggia e le giunzioni restano sommerse.
3. **Cause tecniche.** Immersione prolungata e ripetuta, condizione più severa di spruzzi o getti.
4. **Conseguenze per l'esercizio.** In installazioni di questo tipo, l'ingresso d'acqua porta a dispersione di corrente, intervento delle protezioni e perdita dell'illuminazione.
5. **Criteri della soluzione.** Derivazione con grado IP68, senza resina né gel, per consentire l'ispezione futura.
6. **Soluzione applicata.** Derivazione a T modello THB.402. Il catalogo indica per la serie TH402 grado IP68, IK07, fino a 6 poli e 32 A / 450 V.
7. **Risultato documentato.** Quattro anni dopo l'installazione, l'installatore stesso ha aperto il connettore e ha riferito, in una pubblicazione sui social riportata nella presentazione, di non aver trovato alcuna traccia d'acqua.
8. **Insegnamenti.** La testimonianza è singola e senza misure di laboratorio. Illustra due cose: il valore di specificare per l'immersione reale e il valore di una connessione che si può aprire per verifica.



Giorno dell'installazione



Quattro anni dopo



Connettore aperto: asciutto all'interno

Fonte: presentazione tecnica Techno.

Caso 2. Motore in una macchina per pasta

Origine: caso reale TECHNO.

1. **Contesto operativo.** Macchina per la produzione di pasta nell'industria alimentare.
2. **Problema individuato.** Il punto di collegamento del motore lavora, secondo la presentazione, a 85 °C continui e 90% di umidità.
3. **Cause tecniche.** Il calore continuo accelera l'invecchiamento delle tenute. L'umidità elevata favorisce ossidazione e condensa nei fermi.
4. **Conseguenze per l'esercizio.** In queste condizioni, il degrado del collegamento del motore porta al fermo dell'impianto.
5. **Criteri della soluzione.** Connettore disconnettibile, con blocco a rotazione e materiali qualificati per la temperatura.
6. **Soluzione applicata.** Connettore THB.387.A4A.
7. **Risultato documentato.** La presentazione mostra foto del giorno dell'installazione e di un'ispezione eseguita 8 mesi dopo. Non ci sono misure pubblicate.
8. **Insegnamenti.** Con calore e umidità combinati conviene programmare un'ispezione nei primi mesi per confermare la specifica prima di standardizzarla.

> **PUNTO DA VALIDARE PRIMA DELLA PUBBLICAZIONE**
>
> Il T-marking indicato nel catalogo per la serie TH387 è +60 °C, e l'intervallo del materiale va da −40 °C a +125 °C. Poiché l'applicazione è descritta a 85 °C continui, si raccomanda di confermare con l'ingegneria Techno la formulazione tecnica di questo caso.

Caso 3. Telemetria nel servizio idrico

Origine: caso reale TECHNO.

1. **Contesto operativo.** Sistema di telemetria di condotte di acqua e fognatura.
2. **Problema individuato.** La scheda elettronica e i collegamenti dei sensori si trovano in ambiente umido e soggetto ad allagamento.
3. **Cause tecniche.** L'elettronica è sensibile a umidità e contaminanti. Ogni sensore aggiunge un ingresso cavo.
4. **Conseguenze per l'esercizio.** Perdita di dati di monitoraggio e uscite delle squadre in campo.
5. **Criteri della soluzione.** Protezione IP68 per la scheda e connessione disconnettibile per i sensori.
6. **Soluzione applicata.** Scatola 210, che secondo la presentazione garantisce la protezione IP68 della scheda e la connessione sicura con i connettori delle serie 381 e 387. In un'applicazione correlata, una sonda di controllo della purezza dell'acqua usa il connettore THB.387.N4A nella versione xDRY®.
7. **Risultato documentato.** Non ci sono risultati pubblicati.
8. **Insegnamenti.** Quando nel punto c'è elettronica, la specifica deve considerare involucro, ingressi cavo e barriera anticondensa come un insieme.

Caso 4. Quadri di macchine con connettori circolari

Origine: caso reale TECHNO.

1. **Contesto operativo.** Quadri di macchine con più cavi di potenza e segnale.
2. **Problema individuato.** Sostituzione di connettori rettangolari multipolari.
3. **Cause tecniche.** Un unico connettore per più cavi concentra funzioni diverse nello stesso punto di tenuta.
4. **Conseguenze per l'esercizio.** Un guasto nel connettore condiviso colpisce tutti i circuiti che lo attraversano.
5. **Criteri della soluzione.** Un connettore circolare per cavo, dimensionato in base al numero di vie.
6. **Soluzione applicata.**

CAVO	CONNETTORI
12 vie	THB.406.A1E con THB.405.B2E
8 vie	THB.405.A8A e THB.405.B8A con accessorio 6000087LF
3 vie	THB.381.A3E e THB.381.B3E
3 vie	THB.384.A1A e THB.384.B1A con accessorio 6000347LA

7. **Risultato documentato.** Non ci sono risultati pubblicati.
8. **Insegnamenti.** Separare i circuiti per connettore facilita la diagnosi e la sostituzione di un cavo senza toccare gli altri.

Caso 5. Apparecchi d'illuminazione esterni con acqua interna

Origine: esempio ipotetico, elaborato a scopo didattico.

1. **Contesto operativo.** Piazzale di uno stabilimento con 40 apparecchi LED su pali. I driver si trovano in scatole in cima ai pali.
2. **Problema individuato.** Dopo il primo inverno, una parte degli apparecchi comincia a lampeggiare o a far scattare le protezioni. Le scatole aperte mostrano gocce d'acqua, benché le tenute siano integre.
3. **Cause tecniche.** Gli apparecchi si scaldano accesi di notte e si raffreddano all'alba. A ogni ciclo l'insieme aspira aria umida dall'interno del cavo di alimentazione. È condensa sommata a capillarità, non infiltrazione.
4. **Conseguenze per l'esercizio.** Area male illuminata, sostituzione ripetuta dei driver e lavoro in quota a ogni intervento.
5. **Criteri della soluzione.** Barriera tra il cavo e l'apparecchiatura, connessione disconnettibile per sostituire senza rifare i collegamenti, resistenza agli UV.
6. **Soluzione raccomandata.** Connettore con barriera anticondensa all'ingresso di ogni apparecchio, e verifica del diametro dei cavi rispetto all'intervallo dei pressacavi.
7. **Risultato.** Non applicabile, trattandosi di un esempio ipotetico.
8. **Insegnamenti.** Tenuta integra con acqua all'interno indica condensa. Sostituire il connettore con uno uguale ripete il guasto.

Caso 6. Sensori in una linea lavata ogni giorno

Origine: esempio ipotetico, elaborato a scopo didattico.

1. **Contesto operativo.** Linea di confezionamento alimentare con 60 sensori, sanificata ogni giorno con getto d'acqua calda e detergente alcalino.
2. **Problema individuato.** Microfermate frequenti per falsa lettura dei sensori, concentrate nelle prime ore dopo il lavaggio.
3. **Cause tecniche.** I connettori originali sono IP67, adatti all'immersione temporanea e non al getto ad alta pressione e temperatura. Lo shock termico del lavaggio aggrava l'ingresso d'acqua.
4. **Conseguenze per l'esercizio.** Perdita di prestazione nell'OEE e scarti di avviamento.
5. **Criteri della soluzione.** Marcatura che includa IP69, materiali compatibili con il detergente in uso, spina e presa per la sostituzione rapida del sensore.
6. **Soluzione raccomandata.** Sostituzione pilota su dieci punti, con registrazione delle microfermate prima e dopo, e standardizzazione solo dopo la conferma del guadagno.
7. **Risultato.** Non applicabile, trattandosi di un esempio ipotetico.
8. **Insegnamenti.** Il grado di protezione deve corrispondere al tipo di attacco. Immersione e getto sono esigenze diverse.

CAPITOLO 22

Lezioni apprese

I casi e le applicazioni portano alle stesse raccomandazioni.

1. **Specificare per il giorno peggiore.** Il campo allagato e la linea lavata mostrano che la condizione estrema, anche occasionale, definisce la specifica.
2. **Distinguere infiltrazione, condensa e capillarità.** Ogni meccanismo ha una soluzione.
3. **Preferire connessioni che si possono aprire.** Senza ispezione non c'è apprendimento.
4. **Usare spina e presa dove c'è sostituzione.** Motori, sensori e sonde escono per manutenzione.
5. **Trattare il punto con elettronica come un insieme.** Scatola, ingressi e barriera lavorano insieme.
6. **Misurare prima di standardizzare.** Un pilota con dati vale più di una sostituzione generale per convinzione.
7. **Documentare con foto e date.** I due casi con un seguito esistono solo perché qualcuno ha fotografato l'installazione ed è tornato dopo.

CONSIGLIO PRATICO

Adottate l'abitudine del "giorno dell'installazione": una foto di ogni connessione critica, con data e codice del punto. All'ispezione successiva il confronto è immediato.



IL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERE

Dei casi qui raccolti, solo due hanno un seguito nel tempo, ed entrambi esistono perché qualcuno ha fotografato ed è tornato dopo. È il tipo di evidenza che manca nell'industria. Chi installa oggi dovrebbe fissare la foto da fare tra un anno.

Prof. Vagner Soares, Manufatura Enxuta

PER APPROFONDIRE

- Cases de conexões elétricas em ambientes hostis
- Testimonianza dell'installatore del campo da calcio: instagram.com/p/C-Gn03dRojN

PARTE

VI

Tecnologia e soluzioni

23 La tecnologia Techno

24 Famiglie di prodotto e dati tecnici

25 Come valutare le soluzioni

26 Checklist professionale di specifica

CAPITOLO 23

La tecnologia Techno

Techno è nata come produttore di articoli tecnici in plastica e si è specializzata in connessioni elettriche ad alta protezione contro acqua e polvere. Nel 2026 l'azienda ha compiuto 40 anni di attività nello stampaggio a iniezione di materie plastiche. Progetto e produzione si svolgono in Italia, con certificazione "Made in Italy" ai sensi della legislazione italiana citata nel catalogo TECHNO.

Quattro pilastri tecnici

1. Tenuta costampata. Plastica e gomma iniettate in un unico pezzo, con meno componenti e meno errori di installazione.

2. Connessione priva di resina e gel. La tenuta è meccanica, e la connessione si può riaprire e ispezionare. Il marchio "Resin-gel free" identifica questa caratteristica nel catalogo.

3. xDRY®. Barriera anticondensa brevettata, che blocca la migrazione dell'umidità all'interno del cavo.

4. Materiali qualificati per durare. PA66 con fibra di vetro, gomme resistenti a UV e invecchiamento, con le prove descritte nel capitolo 9.

Piattaforma IoTH®

La piattaforma IoTH® organizza l'integrazione di elettronica e sensori nelle connessioni su quattro livelli TECHNO:

LIVELLO	TIPO	DESCRIZIONE
1	Passivo	Connettore e scatola di derivazione a catalogo
2	Passivo	Componenti Techno o di mercato preinstallati
3	Attivo	Componenti elettronici e IoT integrati nei connettori
4	Attivo personalizzato	Adattamento dei prodotti per progetti speciali

La presentazione tecnica indica inoltre lo sviluppo di articoli orientati allo standard Zhaga, per illuminazione e IoT, con protezione da IP66 a IP68 e applicazione fino a 400 VCA e 60 VCC TECHNO.

Soluzioni su misura

Il Techno Innovation Lab riunisce ricerca, sviluppo, produzione e qualità per progetti personalizzati. Il catalogo descrive il percorso completo: scelta della materia prima, design del prodotto, modellazione CAD/CAM, stampa 3D per pezzo singolo o piccoli lotti, verifica in laboratorio e produzione in serie. Le prove interne citate comprendono resistenza a polvere e acqua (IP), invecchiamento accelerato, riscaldamento, prova elettrica e prova meccanica (IK) TECHNO.

CAPITOLO 24

Famiglie di prodotto e dati tecnici

I dati che seguono sono tratti dal catalogo generale e vanno confermati nella scheda di ogni codice prima della specifica TECHNO.

TEETUBE®: giunzioni e derivazioni

SERIE	CONFIGURAZIONE	PUNTI SALIENTI DEL CATALOGO
TH391	Lineare, a vite	Extra compatto, da 2 a 5 poli, IP68 e IP69, versione xDRY®
TH393	Lineare, a molla	Installazione senza utensili, IP66 e IP68, versione xDRY®
TH400	Lineare e derivazione	Fino a 41 A e 690 V, fino a 6 poli, cavo fino a 21 mm, IP68. Versione UP con IK10
TH390	Derivazione a T	3 vie, IP68, IK07
TH402	Derivazione a T	3 vie, fino a 6 poli, 32 A e 450 V, IP68, IK07
TH399	Derivazione a Y	3 vie, cavi fino a 4 mm^2, IP68, IK07
TH392	Derivazione a H	4 vie, montaggio rapido, versione xDRY®
TH394	Quadro	Chiusura a pressione, IP66, IP67 e IP68, IK08

Norma di riferimento indicata nel catalogo per le derivazioni: EN 60998-1.

TEEPLUG®: spina e presa

SERIE	BLOCCO	CICLI	PUNTI SALIENTI DEL CATALOGO
TH381	Push-pull	100	Mini connettore da 14 mm, IP66, IP68 e IP69
TH387	Rotazione	1.000	Da 2 a 5 poli, IP66 e IP68, IK07, versione xDRY®
TH389	Push-pull	100	IP66, IP68 e IP69, versione UP fino a 630 V
TH384	Rotazione	1.000	2, 3 e 5 poli, IP66 e IP68, IK07
TH405	Baionetta	1.000	Da 2 a 8 poli, cavo fino a 16,5 mm, IK08. Versione standard con IP66, IP68 e IP69. Versione UP fino a 25 A e 630 V, con IP66 e IP68

Norma di riferimento indicata nel catalogo: EN 61984. Alcuni codici riportano anche UL 2238 e CSA C22.2 No. 182.3.

TEEBOX®: scatole e distributori

SERIE	TIPO	PUNTI SALIENTI DEL CATALOGO
TH200	Scatola a 3 vie	Fino a 5 poli, IP67
TH211	Scatola a 3 vie	IP65, IK08
TH209	Scatola ibrida	Accessori modulari, IP66 e IP68, IK08
TH219	Scatola vuota a 3 e 4 vie	IP68, IK08
TH210	Scatola per elettronica	IP66, IP67 e IP68
TH212	Mini scatola fino a 6 ingressi e uscite	IP66 e IP67, IK08
TH625, TH624, TH623, TH629	Distributori disconnettibili	IP68, con IP66 dichiarato in parte delle serie
TH631	Distributore precablato	Blocco a 1/4 di giro, fino a 8 poli, IP65

TEEGLAND®, TEEBLOCK® e TEEDRUM®

LINEA	FUNZIONE	DATI DEL CATALOGO
TEEGLAND®	Pressacavi costampati	Filettature M16, M20, M25, PG9, PG13,5 e PG16, IP68
TEEBLOCK®	Morsettiere lineari	Fino a 5 poli, 32 A e 450 V
TEEDRUM®	Morsettiere circolari	Fino a 5 poli, 32 A e 450 V

Come leggere il codice del prodotto

CODICE	SIGNIFICATO
THB.xxx.xxx	Contatto a vite
THS.xxx.xxx	Contatto a molla
THP.xxx.xxx	Contatto a perforazione
THF.xxx.xxx	Contatto a innesto
THC.xxx.xxx.xxx	Prodotto sovrastampato
THR.xxx.xxx o THB.xxx.xxx.R	Kit
IoTH.xxx.xxx	Piattaforma IoTH®
THB.xxx.Rxx, THB.Dxxx.xxx o THB.xxx.xxx.XD	Tecnologia xDRY®

Le tre cifre centrali identificano la serie. Il blocco finale identifica polarità e configurazione.

CAPITOLO 25

Come valutare le soluzioni

Questi criteri servono a confrontare qualsiasi fornitore di connessioni, e non solo a valutare Techno.

CRITERIO	DOMANDA AL FORNITORE	PERCHÉ CONTA
Grado di protezione	In quali condizioni è stato provato l'IP68?	IP68 non ha un valore unico
Marcatura combinata	Il prodotto resiste a getto e immersione?	Le prove sono indipendenti
Urto	Qual è il grado IK della serie?	L'IP dipende dall'integrità dell'involucro
Temperatura	Qual è il T-marking?	È il limite di esercizio qualificato
Invecchiamento	Ci sono prove UV, ozono e nebbia salina?	L'IP non valuta il tempo
Chimica	Esiste una tabella di resistenza chimica?	Pulizia e processo attaccano i materiali
Montaggio	Quanti pezzi sciolti ha l'insieme?	Ogni pezzo è una possibilità di errore
Ispezione	La connessione si può riaprire?	Senza accesso non c'è manutenzione su condizione
Cicli	Quante connessioni e disconnessioni sopporta?	Definisce la vita nei punti di sostituzione frequente
Norme	Quali norme di prodotto sono rispettate?	Base per un confronto oggettivo
Supporto	C'è assistenza per specifica e personalizzazione?	Gli ambienti ostili escono dallo standard

Raccomandazione per esigenza

ESIGENZA	PERCORSO SUGGERITO
Riparazione o prolunga di cavo in zona bagnata	Giunzione lineare IP68, reispezionabile
Illuminazione in sequenza	Derivazioni a T o H, o distributore
Motore o sensore con sostituzione periodica	Spina e presa con blocco
Lavaggio ad alta pressione	Serie con marcatura che includa IP69
Apparecchiatura con ciclo termico ed elettronica	Versione con barriera anticondensa
Ingresso di segnale nel quadro	Connettore da pannello, uno per cavo
Elettronica in campo	Scatola IP68 con ingressi disconnettibili
Installazione ripetitiva in serie	Versione precablata, collaudata in fabbrica



IL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERE

I criteri di questo capitolo valgono per qualsiasi fornitore, Techno compresa. Una specifica ben scritta descrive l'ambiente, il cavo e il circuito, e lascia che i prodotti competano per soddisfarla.

Prof. Vagner Soares, Manufatura Enxuta

CAPITOLO 26

Checklist professionale di specifica

A. IDENTIFICAZIONE DEL PUNTO

- [ ] Codice del punto e dell'apparecchiatura
- [ ] Criticità: sicurezza, azionamento principale, controllo di processo, ausiliario
- [ ] Funzione: giunzione, derivazione, spina e presa, pannello, scatola, pressacavo

B. AMBIENTE, NEL CASO PEGGIORE REALE

- [ ] Acqua: spruzzi, pioggia, getto, getto ad alta pressione, immersione temporanea, immersione continua
- [ ] Profondità e durata dell'immersione, se presente
- [ ] Polvere: tipo e intensità
- [ ] Prodotti chimici: nome, concentrazione e temperatura
- [ ] Temperatura minima, massima ed escursione giornaliera
- [ ] Umidità relativa e rischio di condensa
- [ ] Esposizione a sole, ozono e nebbia salina
- [ ] Urti e vibrazioni

C. DATI ELETTRICI

- [ ] Corrente e tensione, CA o CC
- [ ] Numero di poli di potenza e di segnale
- [ ] Sezione dei conduttori in mm^2

D. CAVO

- [ ] Diametro esterno misurato
- [ ] Materiale della guaina
- [ ] Conduttore rigido o flessibile
- [ ] Cambio di sezione nel punto

E. REQUISITI DEL CONNETTORE

- [ ] Grado IP richiesto, con marcatura combinata se ci sono getto e immersione
- [ ] Grado IK richiesto
- [ ] T-marking uguale o superiore alla temperatura di esercizio
- [ ] Tipo di contatto: a vite, a molla, a perforazione
- [ ] Tipo di blocco e numero di cicli
- [ ] Barriera anticondensa
- [ ] Connessione reispezionabile
- [ ] Restrizioni su silicone o alogeni
- [ ] Norme di prodotto richieste

F. CIRCUITO

- [ ] Schema del circuito disegnato
- [ ] Interruzioni contate e classificate
- [ ] Interruzioni che si possono eliminare
- [ ] Possibilità di versione precablata

G. MANUTENZIONE

- [ ] Punto accessibile per l'ispezione visiva
- [ ] Punto inserito nel piano di ispezione
- [ ] Ricambio standardizzato a magazzino
- [ ] Foto del giorno dell'installazione archiviata



PARTE

VII

Cassetta degli attrezzi dell'ingegneria di produzione

27 Gli strumenti e dove entra ciascuno

28 Dal problema allo standard: un percorso applicato

29 Per approfondire: percorso di lettura

CAPITOLO 27

Gli strumenti e dove entra ciascuno

Le parti precedenti hanno trattato il componente. Questa parte tratta il metodo. Gli strumenti che seguono sono noti a qualsiasi programma Lean, TPM o qualità LETTERATURA. Qui cambia l'oggetto: invece della macchina o del processo, l'analisi si concentra sul punto di connessione.

Usati in sequenza, rispondono alla domanda che la direzione fa di solito: perché investire in una connessione migliore?

Per vedere e capire il problema

STRUMENTO	DOMANDA A CUI RISPONDE	APPLICAZIONE ALLE CONNESSIONI
Gemba	Che cosa succede davvero nel punto?	Osservare la connessione nella peggiore condizione reale: lavaggio, pioggia, avviamento a freddo
5S	Il punto è pulito, identificato e accessibile?	Identificare ogni connessione con un codice e mantenere ispezionabili scatole e canaline
Pareto	Dove si concentra la maggior parte dei guasti?	Stratificare i fermi elettrici per causa e per punto
5 perché	Qual è la causa dietro la causa?	Passare da "è entrata acqua" al progetto, al cavo o al montaggio
Ishikawa	Quali famiglie di cause sono coinvolte?	Organizzare le ipotesi in metodo, materiale, manodopera, macchina, misura e ambiente
RCFA	Che cosa rivela il pezzo guasto?	Aprire, fotografare e analizzare il connettore prima di pulirlo o sostituirlo
FMEA	Che cosa può guastarsi e con quale gravità?	Trattare ogni interfaccia di montaggio come un possibile modo di guasto

Per prevenire, misurare e consolidare

STRUMENTO	DOMANDA A CUI RISPONDE	APPLICAZIONE ALLE CONNESSIONI
Poka-yoke	Come impedire l'errore all'origine?	Tenuta costampata, blocco con riscontro, chiavi meccaniche e colori
Lavoro standardizzato	Tutti installano allo stesso modo?	Standard di spelatura, serraggio e verifica del blocco
Manutenzione autonoma	L'operatore sa che cosa è normale?	Scheda di ispezione visiva delle connessioni
MTBF e MTTR	La modifica ha funzionato?	Misurare l'intervallo tra i guasti e il tempo di riparazione prima e dopo
OEE	Quanto costa il guasto in efficienza?	Codice di fermo specifico per connessione, giunzione e ingresso cavo
Costo dell'ora macchina	Quanto vale un'ora di fermo?	Base del costo per guasto e del calcolo del costo totale
Kaizen, PDCA e A3	Come consolidare il miglioramento?	Pilota su una macchina, verifica e standardizzazione



IL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERE

Uno strumento senza dati diventa un'opinione con un modulo. Quando l'ordine di lavoro registra solo "guasto elettrico", la causa si perde. Il primo guadagno raramente viene dal connettore nuovo: viene dall'iniziare a registrare la connessione come causa.

Prof. Vagner Soares, Manufatura Enxuta

CAPITOLO 28

Dal problema allo standard: un percorso applicato

Il percorso che segue concatena gli strumenti in una situazione ipotetica, creata a scopo didattico ESEMPIO DIDATTICO. I numeri non rappresentano risultati misurati.

Situazione. Una linea di confezionamento registra 14 fermi per "guasto elettrico" in sei mesi. La manutenzione sostituisce sensori e cavi, e i fermi continuano.

Passo 1. Vedere: gemba e 5S

La squadra segue la sanificazione della linea. Osserva il getto d'acqua calda diretto sui connettori dei sensori e trova punti senza identificazione, dentro canaline chiuse. Risultato: ogni connessione riceve un codice, e le canaline vengono dotate di coperchio d'ispezione.

Passo 2. Dare priorità: Pareto

I 14 eventi vengono riclassificati per causa e per punto.

CAUSA RICLASSIFICATA	EVENTI
Connettore di sensore con acqua	8
Giunzione in canalina con ossidazione	3
Sensore difettoso	2
Cavo rotto	1

Undici dei 14 fermi nascono in punti di connessione. Il problema smette di essere "elettrico" e trova un indirizzo.

Passo 3. Capire: 5 perché, Ishikawa e RCFA

1. Perché il sensore si è guastato? Perché c'era acqua nel connettore.
2. Perché c'era acqua? Perché la tenuta non ha resistito al lavaggio.
3. Perché non ha resistito? Perché il connettore è IP67 e il lavaggio usa un getto caldo ad alta pressione.
4. Perché è stato specificato IP67? Perché la specifica descriveva la condizione media dell'area, e non il lavaggio.
5. Perché il lavaggio non è entrato nella specifica? Perché non esiste uno standard di specifica che chieda la condizione peggiore.

La causa radice sta nel processo di specifica, non nel pezzo. L'apertura dei connettori rimossi, fotografati prima della pulizia, conferma l'ingresso d'acqua dalla tenuta.

Passo 4. Prevenire: FMEA e poka-yoke

La squadra elenca i modi di guasto del punto: tenuta dimenticata, cavo fuori dall'intervallo di diametri, connettore innestato a metà, materiale incompatibile con il detergente. Per ciascuno cerca una soluzione che impedisca l'errore: tenuta costampata, misura del cavo prima dell'acquisto, blocco con riscontro tattile, consultazione della tabella di resistenza chimica.

Passo 5. Standardizzare: lavoro standardizzato e manutenzione autonoma

L'installazione riceve un'istruzione di una pagina, con lunghezza di spelatura, verifica del blocco e foto del giorno dell'installazione. L'operatore riceve la scheda di ispezione visiva del capitolo 12.

Passo 6. Misurare: MTBF, MTTR, OEE e costo

Un pilota sostituisce dieci punti. La squadra registra l'intervallo tra i guasti e il tempo di riparazione prima e dopo, usa il codice di fermo specifico nell'OEE e converte le ore in denaro con il costo dell'ora macchina. Con questi dati costruisce il confronto di costo totale del capitolo 18.

Passo 7. Consolidare: kaizen, PDCA e A3

Se il pilota conferma il guadagno, la specifica d'acquisto viene modificata e lo standard passa alle altre linee. Il caso viene registrato in un report A3, perché il prossimo stabilimento del gruppo non riparta da zero.

> **ATTENZIONE**
>
> Il percorso non finisce con la sostituzione del connettore. Finisce con la modifica dello standard di specifica, che è ciò che impedisce al problema di ripetersi su un'altra linea.

CAPITOLO 29

Per approfondire: percorso di lettura

Questa guida nasce da una serie di articoli del portale Manufatura Enxuta e dal materiale tecnico Techno. I link portano alle fonti (in portoghese), organizzate per tema.

La serie sulle connessioni elettriche industriali

- Techno do Brasil: tecnologia em conexões elétricas
- Conexões elétricas industriais: o ponto fraco da produção
- Como escolher conectores elétricos industriais: checklist
- IP66, IP68, IP69K e IK: como interpretar
- Condensação e infiltração de água em conexões
- Conexões industriais e TPM
- Lean: os desperdícios começam na escolha do componente
- Cases de conexões elétricas em ambientes hostis
- Custo total das conexões industriais (TCO)

Strumenti di analisi e miglioramento

- Gemba walk
- 5S
- Diagramma di Pareto
- 5 perché
- Diagramma di Ishikawa
- RCFA
- FMEA
- Poka-yoke
- Lavoro standardizzato (standard work)
- Kaizen
- PDCA
- Report A3
- Gestione visiva

Manutenzione e affidabilità

- TPM
- Manutenzione autonoma
- Manutenzione preventiva, predittiva e correttiva
- RCM
- Curva a vasca da bagno
- MTBF e MTTR

Indicatori e costo, con calcolatori

- OEE: come calcolarlo, con calcolatore
- Costo dell'ora macchina, con esempio svolto
- Punto di pareggio, con calcolatore

Techno

- Sito di Techno do Brasil: technodobrasil.com.br
- Linee di prodotto: technodobrasil.com.br/produtos
- Catalogo generale e schede tecniche: techno.it
- Tecnologia anticondensa: xdry.it
- Piattaforma di connettività: ioth.it
- Video sulla scelta e l'armonizzazione dei cavi, citato nella presentazione tecnica: youtube.com/watch?v=D-NIUmdnJfk
- Testimonianza dell'installatore del campo da calcio, quattro anni dopo: instagram.com/p/C-Gn03dRojN

Domande frequenti

Un connettore IP68 si può lavare con getto ad alta pressione? Non necessariamente. Immersione e getto sono prove diverse. Per il lavaggio ad alta pressione e temperatura, la marcatura deve includere IP69 NORMA.

Qual è la differenza tra IP69 e IP69K? L'IP69K viene dalla norma per i veicoli stradali ISO 20653. L'IP69 è la prova equivalente introdotta nella IEC 60529. In pratica indicano lo stesso tipo di esigenza NORMA.

Ho trovato acqua in un connettore con la tenuta perfetta. Com'è possibile? Probabilmente per condensa o per capillarità lungo il cavo. Vedere il capitolo 10.

Posso usare nastro o resina per rinforzare la tenuta? Questo impedisce l'ispezione e nasconde i difetti di montaggio. Si raccomanda di usare una connessione progettata per l'ambiente.

Quando conviene usare spina e presa al posto della giunzione? Ogni volta che l'apparecchiatura viene rimossa periodicamente, o quando il tempo di riparazione è critico.

Che cosa significa connessione reispezionabile? È la connessione che si può aprire, verificare e richiudere senza perdere la funzione, perché non usa resina né gel.

Come capire se serve la protezione anticondensa? Ciclo termico con umidità, elettronica sensibile nel punto o storico di acqua interna senza difetto di tenuta sono i principali indicatori.

Il grado IP garantisce la durata? No. L'IP è una prova di tipo su prodotto nuovo. La durata dipende dai materiali e dalle prove di invecchiamento.

Perché il diametro del cavo è così importante? Perché il pressacavo sigilla solo entro un intervallo di diametri. Fuori da questo, la compressione della gomma è insufficiente o eccessiva.

Conviene sostituire tutte le connessioni dello stabilimento? No. Iniziate dai punti critici e da quelli che concentrano i guasti, con pilota e misure.

Conclusione: connessioni migliori, impianti più affidabili

La connessione elettrica concentra, in pochi centimetri, quasi tutti i rischi di un'installazione: l'ambiente, il montaggio, il cavo e il tempo. Essendo piccola ed economica, riceve di solito poca attenzione. Lavorando in serie, ne basta una per fermare la linea.

Questa guida ha percorso l'intero cammino:

- **Specificare** a partire dall'ambiente, dal cavo e dal circuito.
- **Interpretare** correttamente i gradi IP e IK e riconoscerne i limiti.
- **Distinguere** infiltrazione, condensa e capillarità.
- **Mantenere** con standard visivo, ispezione su condizione e registrazione della causa.
- **Decidere** in base al costo totale, e non al prezzo unitario.

La raccomandazione finale è pratica. Scegliete una macchina, contate le connessioni, raccogliete i guasti dell'ultimo anno e provate un miglioramento misurandolo. Il risultato di questo pilota sarà il miglior argomento per il passo successivo.

Il team tecnico di Techno do Brasil supporta l'analisi dell'ambiente, la scelta del cavo e la definizione delle connessioni per applicazioni complicate e ostili.

Crediti



CONTENUTO TECNICO

Mario Adinolfi

Direttore di Techno do Brasil

Autore della presentazione tecnica "Applicazioni complicate e ostili", base dei dati di prodotto e delle applicazioni raccolte in questa guida.



ANALISI TECNICA E CURA EDITORIALE

Vagner Soares

Professore e Ingegnere di Produzione

Specialista in Lean Manufacturing e Gestione Comportamentale, con oltre 20 anni di esperienza nell'industria automobilistica e metalmeccanica, in aziende come General Motors e Dana. Istruttore e mentore del SENAI nel programma Brasil Mais Produtivo. Responsabile dell'analisi tecnica e della cura dei contenuti di questa guida.

Manufatura Enxuta
manufaturaenxuta.com.br

Techno do Brasil

Techno è un costruttore italiano di connessioni elettriche ad alta protezione, con progetto e produzione in Italia. Il catalogo generale riporta 20 brevetti, 12 marchi, circa 3.000 codici prodotto, 30 progetti personalizzati negli ultimi tre anni e presenza in 80 paesi TECHNO.

La missione dichiarata dell'azienda è progettare e sviluppare componenti in polimeri termoplastici di alta qualità per soluzioni di connessione elettrica ad alta resistenza, facilitando installazione e manutenzione e rendendo sicuri impianti e apparecchiature elettriche TECHNO.

In Brasile la filiale ha sede a Curitiba, PR, sotto la direzione di Mario Adinolfi.

Techno do Brasil
Rua Antonio Lacerda Braga, 960, CIC, Curitiba, PR
Telefono: +55 41 98791 5907
E-mail: vendas@technodobrasil.com.br
Siti: technodobrasil.com.br | techno.it | ioth.it

Glossario

Capillarità. Migrazione di liquido attraverso spazi stretti, come i vuoti tra i fili di un conduttore.

Costampaggio. Iniezione congiunta di due materiali, come plastica e gomma, che forma un pezzo unico.

Compression set. Deformazione permanente di una gomma mantenuta sotto compressione.

Fretting. Corrosione da sfregamento causata da micromovimento tra superfici di contatto.

IK. Codice di protezione contro gli urti meccanici, definito dalla IEC 62262.

IP. Codice di protezione contro solidi e acqua, definito dalla IEC 60529.

MTBF. Tempo medio tra i guasti.

MTTR. Tempo medio di riparazione.

OEE. Indice di efficienza globale dell'impianto.

PA66 GF. Poliammide 66 rinforzata con fibra di vetro.

Poka-yoke. Dispositivo che impedisce il verificarsi dell'errore.

Punto di rugiada. Temperatura sotto la quale il vapore acqueo dell'aria condensa.

T-marking. Temperatura di esercizio per la quale il prodotto è stato qualificato.

TCO. Costo totale di proprietà.

TPE. Elastomero termoplastico.

TPM. Total Productive Maintenance (manutenzione produttiva totale).

Riferimenti

Documenti Techno

TECHNO. **Aplicações complicadas e hostis**. Presentazione tecnica di Mario Adinolfi, Direttore. Corso di omologazione degli impianti Techno do Brasil. Marechal Cândido Rondon: Mundo SENAI, 6 nov. 2026. 72 slide.

TECHNO. **Catalogo generale**: soluzioni per connessioni elettriche ad alta protezione, resistenti a polvere, acqua e urti meccanici. Codice CATGENIT102024. Disponibile su: https://www.techno.it. Consultato il 12 nov. 2026.

TECHNO DO BRASIL. **Sito istituzionale**. Curitiba, 2026. Disponibile su: https://technodobrasil.com.br. Consultato il 12 nov. 2026.

Norme tecniche

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60529**: graus de proteção providos por invólucros (códigos IP). Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 62262**: graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK). Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION. **EN 60998-1**: connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes: part 1: general requirements. Brussels: CENELEC, 2004.

EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION. **EN 61984**: connectors: safety requirements and tests. Brussels: CENELEC, 2009.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 60068-2-11**: environmental testing: part 2-11: tests: test Ka: salt mist. Geneva: IEC.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 60300-3-3**: dependability management: part 3-3: application guide: life cycle costing. Geneva: IEC, 2017.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 60529**: degrees of protection provided by enclosures (IP Code). Ed. 2.2. Geneva: IEC, 2013. Disponibile su: https://webstore.iec.ch/en/publication/2452. Consultato il 12 nov. 2026.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62262**: degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code). Geneva: IEC, 2002. Amendment 1, 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1431-1**: rubber, vulcanized or thermoplastic: resistance to ozone cracking: part 1: static and dynamic strain testing. Geneva: ISO.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 20653**: road vehicles: degrees of protection (IP code): protection of electrical equipment against foreign objects, water and access. Geneva: ISO, 2023.

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION. **NEMA 250**: enclosures for electrical equipment (1000 volts maximum). Rosslyn: NEMA.

UNDERWRITERS LABORATORIES. **UL 94**: tests for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances. Northbrook: UL.

UNDERWRITERS LABORATORIES. **UL 746C**: polymeric materials: use in electrical equipment evaluations. Northbrook: UL.

Letteratura tecnica

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **What is lean?** Boston: LEI. Disponibile su: https://www.lean.org/explore-lean/what-is-lean/. Consultato il 12 nov. 2026.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **The eight wastes of lean**. Boston: LEI. Disponibile su: https://www.lean.org/the-lean-post/articles/the-eight-wastes-of-lean/. Consultato il 12 nov. 2026.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introduction to TPM**: total productive maintenance. Cambridge: Productivity Press, 1988.

OHNO, Taiichi. **Toyota production system**: beyond large-scale production. Portland: Productivity Press, 1988.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Lean thinking**: banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

Articoli di approfondimento (in portoghese)

CASES: conexões elétricas em ambientes hostis: soluções aplicadas. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/cases-conexoes-eletricas-em-ambientes-hostis-solucoes-aplicadas.html. Consultato il 12 nov. 2026.

COMO escolher conectores elétricos industriais: checklist. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/como-escolher-conectores-eletricos-industriais-checklist.html. Consultato il 12 nov. 2026.

CONDENSAÇÃO e infiltração de água em conexões elétricas: custo invisível. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/condensacao-e-infiltracao-de-agua-em-conexoes-eletricas-custo-invisivel.html. Consultato il 12 nov. 2026.

CONEXÕES elétricas industriais: ponto fraco da produção. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/conexoes-eletricas-industriais-ponto-fraco-da-producao.html. Consultato il 12 nov. 2026.

CONEXÕES industriais e TPM: confiabilidade e manutenção planejada. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/conexoes-industriais-e-tpm-confiabilidade-e-manutencao-planejada.html. Consultato il 12 nov. 2026.

CUSTO total das conexões industriais e competitividade. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/custo-total-das-conexoes-industriais-e-competitividade.html. Consultato il 12 nov. 2026.

GRAU de proteção IP66, IP68, IP69K e IK: como interpretar. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/grau-de-protecao-ip66-ip68-ip69k-ik-como-interpretar.html. Consultato il 12 nov. 2026.

LEAN manufacturing: desperdícios começam na escolha do componente. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/lean-manufacturing-desperdicios-comecam-na-escolha-do-componente.html. Consultato il 12 nov. 2026.

TECHNO do Brasil: tecnologia em conexões elétricas industriais. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/techno-do-brasil-tecnologia-em-conexoes-eletricas-industriais.html. Consultato il 12 nov. 2026.

Strumenti e metodi nel portale Manufatura Enxuta (in portoghese)

5 PORQUÊS. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/5-porques-analise-de-causa-raiz.html. Consultato il 12 nov. 2026.

5S: passo a passo para implantar os 5 sensos na fábrica. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/5s-passo-a-passo-chao-de-fabrica.html. Consultato il 12 nov. 2026.

CURVA DA BANHEIRA: confiabilidade, taxa de falha e Weibull. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/curva-da-banheira-confiabilidade-taxa-de-falha-e-weibull.html. Consultato il 12 nov. 2026.

CUSTO DA HORA-MÁQUINA: como calcular, com exemplo resolvido. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/custo-da-hora-maquina-como-calcular-com-exemplo-resolvido.html. Consultato il 12 nov. 2026.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA: como fazer a espinha de peixe com 6M. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/diagrama-de-ishikawa-espinha-de-peixe.html. Consultato il 12 nov. 2026.

DIAGRAMA DE PARETO: o que é, regra 80/20 e como fazer. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/diagrama-de-pareto-regra-80-20.html. Consultato il 12 nov. 2026.

FMEA: o que é, como fazer e como calcular o NPR. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/fmea-analise-de-modo-e-efeito-de-falha.html. Consultato il 12 nov. 2026.

GEMBA WALK: como fazer a caminhada no gemba, roteiro e exemplo. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/gemba-walk-caminhada-gemba.html. Consultato il 12 nov. 2026.

GESTÃO VISUAL: como usar quadros e indicadores no chão de fábrica. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/gestao-visual-quadros-e-indicadores.html. Consultato il 12 nov. 2026.

KAIZEN: o que é, como aplicar e exemplo prático. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/kaizen-melhoria-continua.html. Consultato il 12 nov. 2026.

MTBF E MTTR: como calcular e usar os indicadores de manutenção. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/mtbf-mttr-indicadores-de-manutencao.html. Consultato il 12 nov. 2026.

MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: os 7 passos do pilar da TPM. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/manutencao-autonoma-tpm-7-passos.html. Consultato il 12 nov. 2026.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA, PREDITIVA E CORRETIVA: diferenças. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/manutencao-preventiva-preditiva-e-corretiva-diferencas.html. Consultato il 12 nov. 2026.

OEE: como calcular eficiência de equipamentos. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/oee-como-calcular-eficiencia-equipamentos.html. Consultato il 12 nov. 2026.

PDCA: o que é, as 4 etapas e exemplo prático na indústria. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/pdca-ciclo-de-melhoria.html. Consultato il 12 nov. 2026.

POKA-YOKE: o que é, tipos e exemplos de prevenção de erros. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/poka-yoke-prevencao-de-erros.html. Consultato il 12 nov. 2026.

RCFA: análise de causa raiz de falha em equipamentos. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/rcfa-analise-de-causa-raiz-de-falha-em-equipamentos.html. Consultato il 12 nov. 2026.

RCM: manutenção centrada em confiabilidade e as 7 perguntas. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/rcm-manutencao-centrada-em-confiabilidade-e-as-7-perguntas.html. Consultato il 12 nov. 2026.

RELATÓRIO A3: o que é, como fazer e exemplo preenchido. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/metodologia-a3-resolucao-de-problemas.html. Consultato il 12 nov. 2026.

TPM. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/tpm-manutencao-produtiva-total.html. Consultato il 12 nov. 2026.

TRABALHO PADRONIZADO (STANDARD WORK): como fazer, com exemplo. **Manufatura Enxuta**, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/trabalho-padronizado-standard-work.html. Consultato il 12 nov. 2026.

SOARES, Vagner. **Sobre o autor**. Manufatura Enxuta, 2026. Disponibile su: https://manufaturaenxuta.com.br/sobre.html. Consultato il 12 nov. 2026.

Esempi ipotetici

Il percorso del capitolo 28, i casi 5 e 6 del capitolo 21, i calcoli di affidabilità in serie del capitolo 15, i valori di fermo del capitolo 17 e l'esempio di costo totale del capitolo 18 sono stati elaborati a scopo didattico e non rappresentano risultati misurati.