



TAMINI
APPLICAZIONI
POWER



TAMINI
ENERGY TRANSFORMERS

 **Terna Energy
Solutions**
MORE VALUE, TOGETHER.

TAMINI
ENERGY TRANSFORMERS

IL GRUPPO

Tamini progetta, produce e installa trasformatori per applicazioni power e industriali disegnati sulle specifiche necessità del cliente, che accompagna nel ciclo di vita del prodotto con un servizio post-vendita personalizzato.

Tamini è parte del Gruppo Terna Energy Solutions, azienda del Gruppo Terna, che attraverso l'esperienza delle società che lo compongono e all'eccellenza commerciale e operativa generata dalle sinergie fra le aziende, si presenta come il partner di eccellenza nella transizione energetica e digitale dei propri clienti in Italia.

Attraverso competenze specifiche e diversificate, grazie alle quali riesce a rispondere con efficacia alle esigenze di ogni tipo di cliente, TES offre un supporto a 360° che copre l'intero ciclo di vita dei progetti, inclusa la fornitura di componenti strategici per la transizione energetica, quali cavi e trasformatori elettrici.

Le altre aziende del Gruppo Terna Energy Solutions sono:



Progettazione, realizzazione, installazione e manutenzione di cavi, accessori e soluzioni di sistema per fornitori di energia, TSO e applicazioni industriali.



Soluzioni avanzate e supporto completo su misura per ogni fase del ciclo di vita delle infrastrutture in alta e media tensione, impianti fotovoltaici e sistemi di accumulo.



Alta tensione



Sistemi di accumulo



Fotovoltaico



Efficienza energetica



Attraverso Terna Energy Solutions, inoltre, il Gruppo fornisce servizi di connettività al mercato, affiancando i clienti nella costruzione di soluzioni progettuali personalizzate.



TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI POWER

Soluzioni uniche, sviluppate sulle esigenze dei clienti.

Unici in qualità

I nostri trasformatori sono il risultato di un mix unico: l'eccellenza artigianale del Made in Italy unita a tecnologie all'avanguardia.

Unici in tecnologia

Adottiamo metodologie di ricerca e sviluppo uniche per offrire ai nostri clienti prodotti e servizi con i più alti standard di qualità.

Unici nella customizzazione

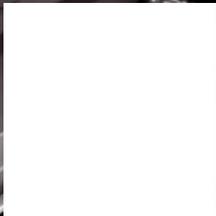
Soddisfiamo le esigenze specifiche dei nostri clienti attraverso la capacità di personalizzare ogni soluzione, grazie a oltre un secolo di esperienza nel settore.

Unici nel design

Il nostro team esperto e qualificato progetta prodotti unici, grazie al know-how e alle competenze distintive acquisite in tutto il mondo.

TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI POWER

Produciamo trasformatori personalizzati per impianti elettrici, progettati sia per le fonti di energia convenzionali che per quelle rinnovabili.





AT
CO
AD

P

TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI POWER

Tamini progetta e produce trasformatori di potenza, PST, autotrasformatori e reattori per la produzione - sia da fonti convenzionali che da fonti rinnovabili - la trasmissione e la distribuzione di energia elettrica.

I prodotti dell'azienda sono progettati per fornire soluzioni personalizzate per le specifiche esigenze dei clienti, rispondendo efficacemente ai continui progressi tecnologici nei sistemi di generazione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, soddisfacendo la crescente domanda di interconnessione delle diverse reti nazionali.

RICERCA E SVILUPPO

L'obiettivo dell'attività di ricerca e sviluppo è quello di ottenere il miglior costo del ciclo di vita possibile dei prodotti Tamini attraverso il continuo miglioramento dei criteri di progettazione e degli impianti di produzione e collaudo.

Le ricerche sui trasformatori di potenza comprendono le seguenti attività:

- Riduzione del livello di rumore e perdite;
- Analisi delle sollecitazioni elettromeccaniche dovute a cortocircuiti;
- Analisi delle sollecitazioni meccaniche dovute a scosse sismiche e di trasporto;
- Materiali e componenti con prestazioni e caratteristiche migliorate;
- Sistemi diagnostici;
- Analisi delle sollecitazioni elettriche dovute a sovratensioni rapide e transitorie;
- Dinamica dei fluidi.





SISTEMI INTEGRATI PER QUALITÀ, AMBIENTE E SICUREZZA

I sistemi integrati sono implementati e certificati in conformità agli standard ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 e ISO-37001-2016.

I controlli della qualità vengono svolti a ogni fase del processo: progettazione, cicli di produzione, approvvigionamento, test e installazione in loco.

Tutti gli stabilimenti di produzione di Tamini sono dotati di infrastrutture proprie per lo svolgimento di test di routine, specifici e straordinari, in conformità alle direttive di IEC o IEEE (ANSI) e ad altri standard riconosciuti a livello mondiale (ASA, CSA, BSS, SEV ecc.).

Tamini rispetta appieno le più recenti normative internazionali per la tutela dell'ambiente e della sicurezza.



Tamini si impegna a svolgere le proprie attività nel rispetto dei più elevati standard in materia di qualità, protezione ambientale, salute e sicurezza.

L'integrazione continua di principi ESG, certificazioni riconosciute e innovazione responsabile è parte integrante della modalità di progettazione e produzione dei nostri trasformatori.

L'azienda è giudicata idonea dalle seguenti piattaforme internazionali indipendenti:

- **Ecovadis** – valutazione globale dell'ESG
- **Synergy / Cribis** – valutazione della sostenibilità aziendale
- **Open-es** – prestazioni dal punto di vista ambientale, sociale e della governance
- **Achilles** – idoneità dei fornitori per i mercati regolamentati





TRASFORMATORI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Poiché la generazione è solitamente situata lontano dall'area di distribuzione del carico, per ottimizzare il processo di trasmissione è necessario regolare la corrente e la tensione di uscita del generatore; per questo motivo, nella maggior parte delle centrali elettriche, l'uscita del generatore è collegata direttamente a un trasformatore step-up.

Oltre a quelli step-up, in un impianto di produzione di energia elettrica sono presenti altri trasformatori che alimentano il sistema ausiliario della centrale per l'avviamento della caldaia/generatore a turbina o della turbina a gas/generatore e per l'alimentazione di quei carichi che non sono specificamente associati all'unità di produzione.

Trasformatori GSU (Generator Step Up)

Il trasformatore GSU è un componente essenziale di una centrale elettrica poiché collega il sistema di generazione alla rete di trasmissione.

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 550 kV;
- Potenza nominale fino a 900 MVA;
- Unità trifase e monofase;
- Progettazione personalizzata per trasformatori GSU di ricambio che possono essere utilizzati in diverse centrali elettriche;
- Trasformatore/griglia di interfaccia personalizzata: olio/aria, olio/olio, olio/SF₆.

Trasformatori ausiliari

Il trasformatore ausiliario alimenta carichi essenziali per il funzionamento degli impianti di generazione di energia.

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 72,5 kV;
- Potenza nominale fino a 100 MVA.





TRASFORMATORI E REATTORI PER LA TRASMISSIONE DI ENERGIA ELETTRICA

I trasformatori di trasmissione e gli autotrasformatori sono utilizzati per interconnettere i sistemi individuali di trasmissione ad alta tensione.

Per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento, i trasformatori di trasmissione sono installati in sottostazioni a due, tre o quattro trasformatori, in modo che, in caso di indisponibilità di un trasformatore per qualsiasi motivo, il carico possa essere trasportato dagli altri trasformatori. Per controllare il flusso di potenza in una rete interconnessa, a volte è necessario utilizzare un trasformatore sfasatore. Le linee di trasmissione di potenza lunghe spesso richiedono reattori shunt per compensare la capacità della linea verso terra.

Trasformatori per la trasmissione

I trasformatori di trasmissione sono utilizzati per interconnettere i sistemi di trasmissione ad alta tensione.

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 550 kV;
- Potenza nominale fino a 900 MVA.

Reattori shunt

I reattori shunt sono utilizzati in un sistema di alimentazione per compensare la potenza reattiva capacitiva richiesta dalle grandi reti AT.

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 550 kV;
- Potenza nominale fino a 300 MVAR;
- Unità trifase e monofase.

Autotrasformatori

Si tratta di unità particolari in cui gli avvolgimenti primari e secondari non sono separati ma hanno una parte in comune.

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 550 kV;
- Potenza nominale fino a 900 MVA.

PHASE SHIFTING TRANSFORMERS (PST)

In seguito alla deregolamentazione del settore energetico, le moderne reti elettriche possiedono una struttura articolata che copre vaste aree, spesso in diversi Paesi.

L'energia non viene più prodotta e consumata nello stesso paese, nella stessa zona, ma viene commercializzata su larga scala tra paesi e zone diversi. Pertanto, è necessario gestire il flusso di energia sulla base di contratti di fornitura e non del percorso naturale determinato dai parametri fisici delle reti interconnesse.

Un Phase-Shifting Transformer (PST, trasformatore variatore di fase) è una speciale unità utilizzata in particolare per la gestione del flusso elettrico attraverso linee di interconnessione complesse. Il trasformatore variatore di fase consente di controllare lo sfasamento tra le tensioni in ingresso e in uscita delle linee di trasmissione interconnesse tramite il PST. Variando lo sfasamento è possibile controllare sia l'ampiezza che la direzione del flusso elettrico.

Considerazioni simili valgono per il flusso di potenza reattiva, ma sono basate sulla regolazione in fase delle tensioni.

Al fine di soddisfare questi requisiti, sono disponibili numerose soluzioni di progettazione. I tipi più comuni sono:

- Modello dual-core in configurazione simmetrica e asimmetrica;
- Modello single-core in configurazione simmetrica e asimmetrica.

Entrambi consentono di aggiungere una regolazione della tensione in fase, per compensare la fluttuazione della tensione netta o per combinare la regolazione in fase e in quadratura.

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 550 kV con regolazione in fase, se necessario;
- Potenza passante fino a 1800 MVA.



TAMINI
POWER TRANSDUCERS

PST-B

TAMINI
POWER TRANSDUCERS



Esempi di PST

Di seguito una breve descrizione dei più importanti PST prodotti da Tamini nel corso degli anni.

a) Modello single-core con regolazione sia in fase che in spostamento, 75 MVA:

- **Tensione primaria:** 154,5 kV +18/-10 x 1,97 kV con commutatore sotto carico per la regolazione in fase;
- **Tensione secondaria:** 138 kV \pm j16 x 3,84 kV che consente una capacità di spostamento a vuoto di $\pm 24^\circ$ con commutatore sotto carico.

b) Modello single-core con regolazione sia in fase che in spostamento, 62,5 MVA:

- **Tensione primaria:** 236 kV +18/-10 x 2,95 kV con commutatore sotto carico per la regolazione in fase;
- **Tensione secondaria:** 1160 kV \pm j16 x 4,045 kV che consente una capacità di spostamento a vuoto di +29° -14,1° con commutatore sotto carico per il campo di regolazione simmetrico, più un commutatore fuori circuito per estendere o ridurre ulteriormente il campo di regolazione angolare.

Le suddette unità sono state le prime in assoluto ad essere installate con configurazioni di avvolgimento speciali per ottenere una regolazione angolare e di fase sotto carico con solo due commutatori trifase e con numerose possibilità di utilizzo.

c) Il record dei modelli single-core di Tamini è un trasformatore PST da 160 MVA - 230 kV con una **tensione primaria** di +24/-4 X 2.726 kV (con OLTC per regolazione in fase) e con una **tensione secondaria** di 132 +- j 17 x 5.426 kV per ottenere una capacità di spostamento di +- 35° con un commutatore sotto carico. Il trasformatore è di tipo OFAF. L'unità è inoltre dotata di un avvolgimento terziario per alimentare apparecchiature ausiliarie. Il peso dell'unità è di circa 240 tonnellate.

d) Un'altra applicazione speciale sviluppata da Tamini è un autotrasformatore da 150/200 MVA con tensione primaria di 330 kV e secondaria di 161 kV \pm 8 x 1,25% (con commutatore sotto carico per la regolazione in fase). È inoltre dotato di un commutatore fuori circuito supplementare da $\pm 2 \times 12$ kV che consente una capacità di spostamento di $\pm 6^\circ$. Questo autotrasformatore è l'unico impianto al mondo con tale capacità.

e) Modello dual-core con regolazione sia in fase che in spostamento, 160 MVA, ottenuta accoppiando un'unità principale con un'unità booster:

■ **Tensione primaria:** 230 kV +16/-8 x 1,24% con commutatore sotto carico per la regolazione in fase;

■ **Tensione secondaria:** 155 kV \pm j16 x 2,54% che consente una capacità di spostamento a vuoto di $\pm 22^\circ$ con commutatore sotto carico.

Il peso totale delle due unità assemblate è di 366 tonnellate.

f) Le unità più grandi prodotte da Tamini (design simmetrico dual-core tra i più grandi al mondo) hanno una potenza di lavorazione di 1800 MVA con un angolo di spostamento massimo di $\pm 17,5^\circ$. Ciascuna unità è composta da due trasformatori, collegati tra loro con tensione in ingresso e uscita pari a 400 kV e spostamento angolare regolabile da un OLTC a 33 posizioni. Inoltre, per invertire l'angolo di fase, è installato un advanced retard switch (ARS).



TRASFORMATORI E REATTORI PER LA DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Trasformatori per la distribuzione

I trasformatori di distribuzione sono utilizzati ovunque sia necessario collegare i sistemi per la distribuzione e l'utilizzo dell'energia elettrica.

Oggi sono utilizzati anche nelle stazioni mobili, necessarie per alimentare l'energia dove non è possibile costruire una stazione standard.

L'esperienza di Tamini ha permesso all'azienda di diventare un marchio leader a livello nazionale e internazionale nel mercato dei trasformatori di distribuzione AT/MT e MT/MT. I prodotti dell'azienda sono utilizzati in un ampio spettro di applicazioni da una pleora di importanti clienti.

I trasformatori per la distribuzione di energia sono generalmente trifase o monofase, immersi in fluidi, con diversi metodi di raffreddamento, con tecnologia a conservatore o a tenuta stagna (con o senza riempimento di azoto/aria), con commutatore fuori circuito o commutatore sotto carico.

Inoltre, possono essere prodotti trasformatori per applicazioni ferroviarie con diversi cicli di carico.

Trasformatori AT/MT

Caratteristiche del prodotto:

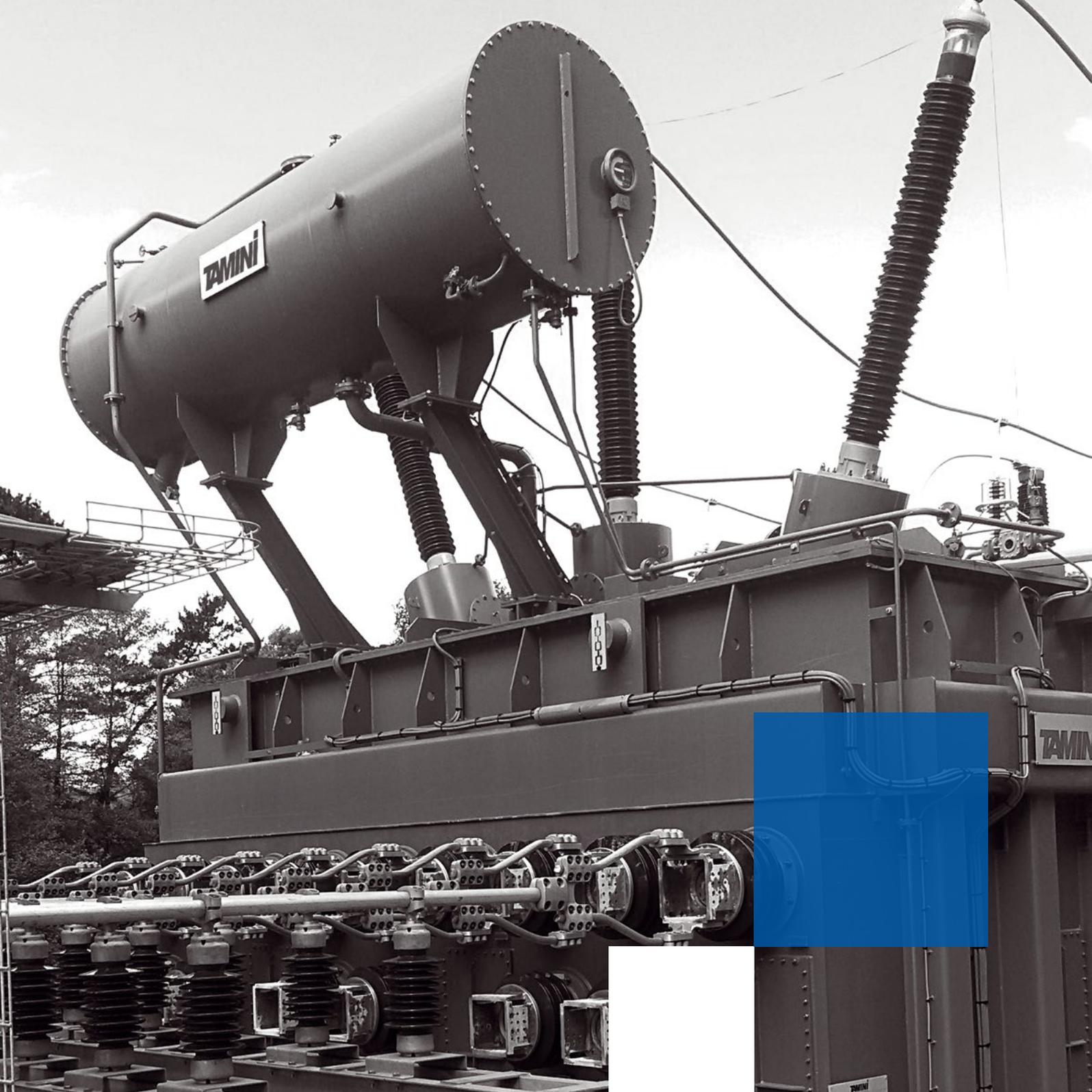
- Tensione di sistema fino a 550 kV;
- Potenza nominale fino a 900 MVA.

Trasformatori MT/MT

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 52 kV;
- Potenza nominale fino a 100 MVA.





APPLICAZIONI SPECIALI NELLA DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Trasformatori per le prove di tenuta al cortocircuito in sala prove

I trasformatori per le prove di tenuta al cortocircuito sono utilizzati nei laboratori di prova per verificare la capacità di resistenza al cortocircuito di dispositivi elettrici come interruttori, commutatori, trasformatori, ecc. Per questo tipo di trasformatori, per i quali il cortocircuito è la condizione di funzionamento, è necessaria una progettazione estremamente solida.

Trasformatori con sottostazione mobile

I trasformatori mobili vengono utilizzati quando è necessario fornire temporaneamente energia in un luogo e in una situazione particolari, ad esempio in caso di guasto del sistema, manutenzione del sistema o costruzione civile. Una tipica sottostazione mobile è elettrica, completamente attrezzata e installata su uno o più rimorchi, per essere trasportata su strada secondo le esigenze del cliente.

Una soluzione ottimale in termini di design è sempre il frutto di un percorso che prende in considerazione utente finale e produttore.

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 245 kV;
- Potenza nominale personalizzata in funzione delle dimensioni del trailer, peso max. trasportabile, sistema di raffreddamento e classe termica.

ACCESSORI PRINCIPALI

Boccole

I rivestimenti isolanti possono essere del tipo olio/aria o olio/olio, in caso di collegamenti a cavi in scatole di morsetti a olio, oppure del tipo olio/SF₆ per il collegamento a condutture di barre di alimentazione piene di SF₆. Le boccole ad alta tensione sono solitamente del tipo a condensatore con carta impregnata di olio o di resina.

Sistema di raffreddamento

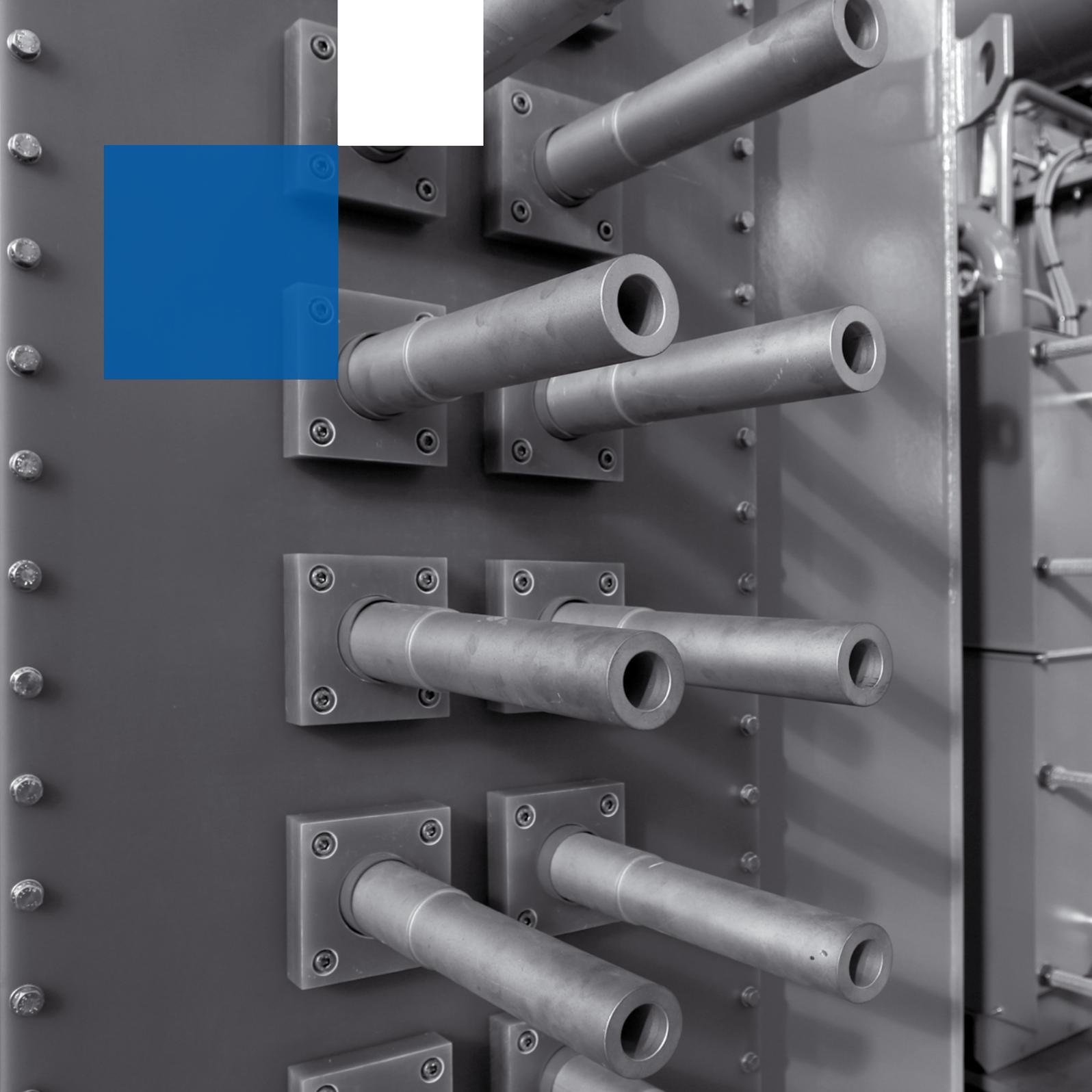
I trasformatori possono essere progettati per qualsiasi sistema di raffreddamento applicabile in base ai requisiti dell'utente finale. I sistemi di raffreddamento più utilizzati per i trasformatori di potenza sono ONAN e ONAF. Questi sistemi sono attuabili mediante gruppi di radiatori, montati sui lati del serbatoio del trasformatore, o in gruppi separati, con o senza ventole di raffreddamento. Il raffreddamento può anche essere di tipo OFAF (o ODAF) e OFWF (o ODWF) con raffreddatori montati sulla cassa del trasformatore o in un banco separato.

Commutatori

I trasformatori possono essere dotati di un commutatore sotto carico o non sotto carico solitamente montato sul lato ad alta tensione.

I commutatori sotto carico sono adatti per il funzionamento locale e a distanza e sono dotati di tutti gli accessori e di un armadio di smistamento montato sul serbatoio del trasformatore.

Possono avere un dispositivo per il funzionamento in parallelo.





Serbatoio e vaso di espansione dell'olio

Il serbatoio è realizzato con lamiere d'acciaio saldate che creano una struttura robusta e irrigidita per sostenere il vuoto totale e la sovrappressione.

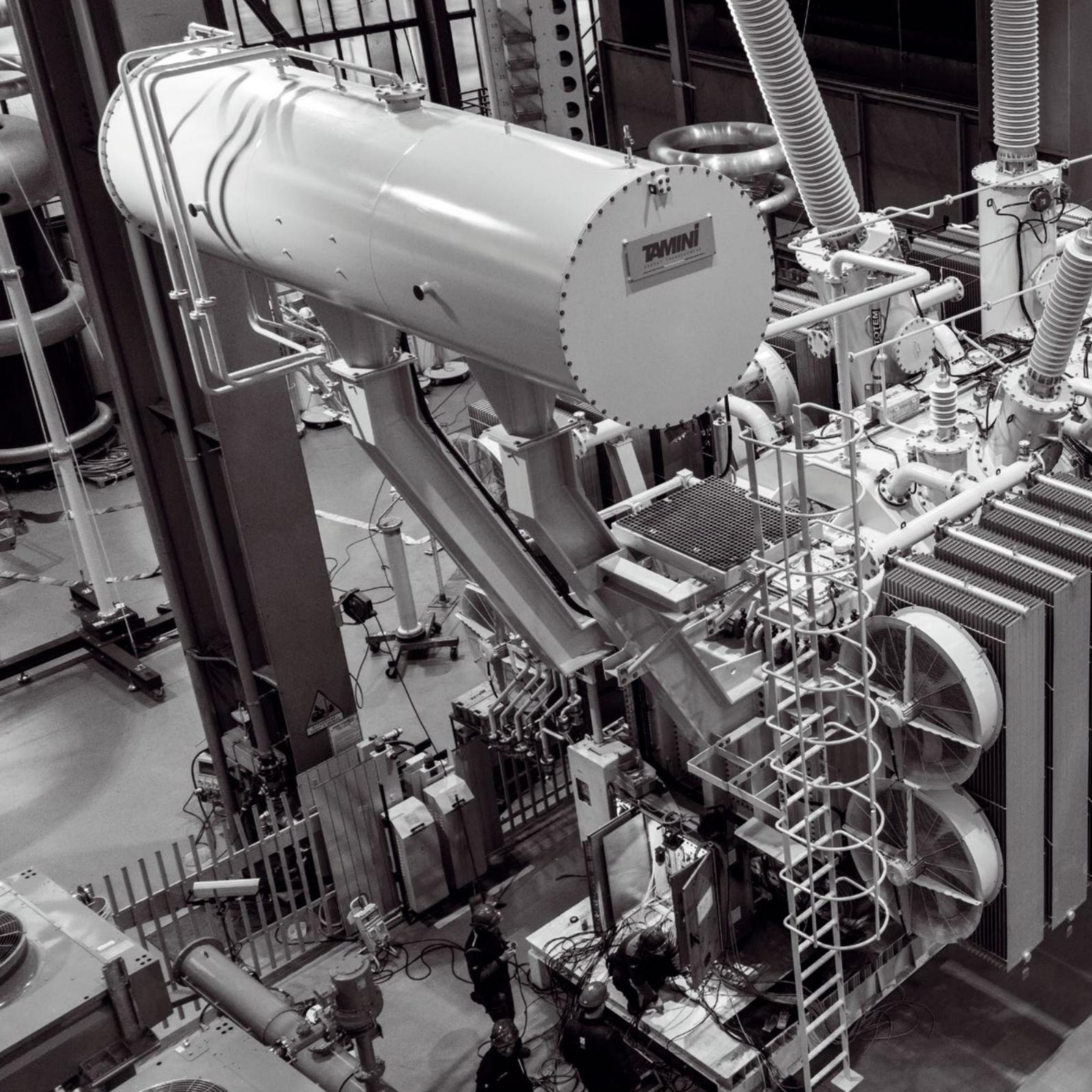
Le pareti interne del serbatoio sono verniciate con una patina resistente all'olio caldo, mentre all'esterno il serbatoio è verniciato secondo la Garanzia di Qualità Tamini. Su richiesta è possibile adottare soluzioni di verniciatura specifiche.

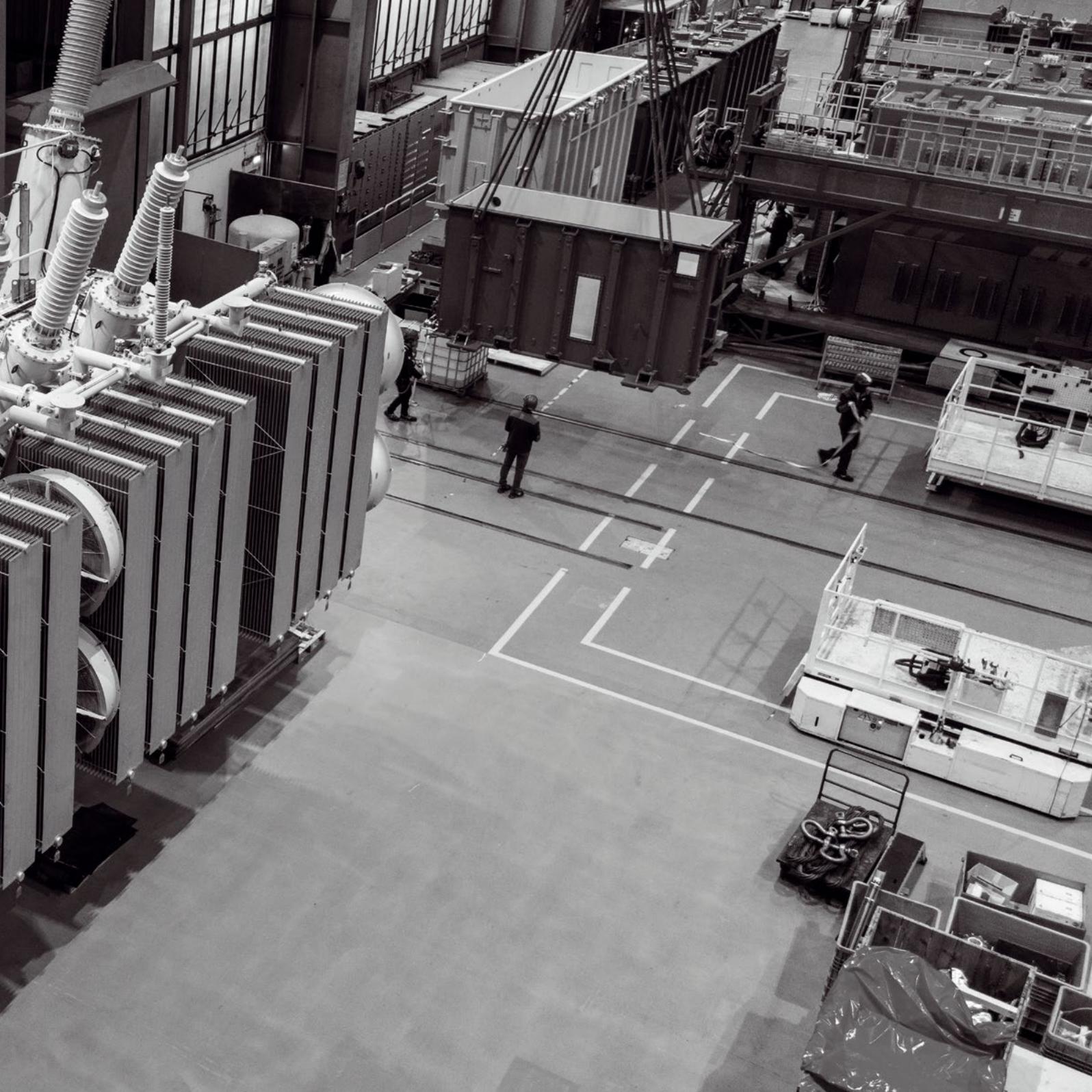
La vasca è dotata di un conservatore d'olio diviso in due sezioni per l'olio del trasformatore e per l'interruttore dell'olio OLTC. Sul serbatoio sono presenti pozzetti adatti per la manutenzione e l'ispezione interna.

Varie

I trasformatori sono dotati dei seguenti raccordi e accessori:

- Sfiatatoi in gel di silice per le due sezioni del conservatore;
- Indicatori del livello dell'olio con contatti elettrici per le sezioni del conservatore;
- Relè di Buchholz con contatti di rilascio e allarme;
- Valvole di filtraggio, riempimento e drenaggio olio;
- Termometro dell'olio completo di contatti di rilascio e allarme e, su richiesta, un dispositivo per il monitoraggio a distanza della temperatura;
- Trasformatori di corrente;
- Protezione da sovrappressione;
- Alette di sollevamento per il nucleo e l'avvolgimento;
- Golfari di sollevamento per il trasformatore completo;
- Armadio di smistamento per segnali e circuiti ausiliari di protezione;
- Terminali di messa a terra;
- Valvola di campionamento dell'olio.









Tamini Trasformatori S.r.l.

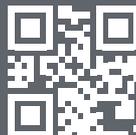
Sede centrale
Viale Cadorna, 56/A - 20025 Legnano (Milano) - Italia
Tel. +39.02.98205.100
info@tamini.it

Tamini Trasformatori India Private Limited

6th floor Pentagon P-2
Magarpatta City, Hadapsar 411013 Pune
Maharashtra - India
Tel. +91.775.5950243
taminiINDIA@tamini.it

Tamini Transformers USA LLC

Pittsburgh, PA Office
518 Broad St, Suite 001 - PA 15143 Sewickley
Stati Uniti
Tel. +1.412.534.4263
taminiUSA@tamini.it



www.tamini.it



TERNA ENERGY SOLUTIONS

Viale Egidio Galbani, 70 - 00156 Roma - Italia



energysolutions.terna.it