

Allagamenti e interruzioni nelle reti MT

Perché (di solito) è il giunto — non il cavo

Introduzione

Gli allagamenti, l'innalzamento della falda acquifera e gli eventi meteorologici estremi stanno mettendo sempre più alla prova l'affidabilità delle reti sotterranee di media tensione (MT). Ciò che un tempo era considerato una condizione eccezionale sta diventando parte della normale realtà operativa per molte aziende di distribuzione dell'energia elettrica.

Nonostante questo cambiamento, le cause delle interruzioni di servizio nelle reti MT durante gli eventi di allagamento sono spesso fraintese. L'esperienza sul campo e le analisi condotte a seguito di tali eventi dimostrano costantemente che i cavi MT sono generalmente in grado di resistere a un'esposizione prolungata all'acqua.

I guasti tendono invece a verificarsi in altri componenti del sistema. Questo documento spiega perché i giunti per cavi rappresentano il principale punto debole durante gli eventi di allagamento e perché la loro affidabilità è fondamentale per realizzare reti MT resilienti agli allagamenti.

Gli allagamenti come condizione operativa strutturale

I cambiamenti climatici hanno modificato le **condizioni operative** delle infrastrutture sotterranee. Periodi più **prolungati** di saturazione del terreno, livelli più elevati della falda acquifera e cicli ripetuti di asciutto-bagnato determinano una **sollecitazione** ambientale continua sulle reti MT. In molte regioni, gli allagamenti non rappresentano più un rischio occasionale, ma una condizione operativa strutturale che deve essere affrontata attraverso la progettazione, la selezione dei materiali e le strategie di gestione degli asset.

In queste condizioni, l'affidabilità della rete non è determinata dalle prestazioni medie, ma dal comportamento dei componenti quando sono esposti in modo continuativo all'umidità e alla pressione idrostatica.

Cosa resiste agli allagamenti e cosa no

I moderni sistemi di isolamento **dei** cavi MT, come quelli in XLPE, sono progettati per tollerare un'esposizione prolungata all'umidità. Numerosi eventi di allagamento hanno dimostrato che i cavi spesso **mantengono la propria integrità elettrica** anche dopo lunghi periodi di immersione.

Al contrario, i guasti **si concentrano** in modo sproporzionato nei giunti, nelle terminazioni e negli altri accessori per cavi. Questi guasti possono verificarsi durante l'evento di allagamento stesso oppure manifestarsi mesi dopo sotto forma di **guasti ritardati** causati dalla penetrazione di umidità.

Questa distinzione è fondamentale. Quando un allagamento provoca un'interruzione di servizio, il cavo raramente rappresenta il fattore limitante. Il punto critico è quasi sempre il giunto.

Perché i giunti per cavi sono intrinsecamente più vulnerabili

A differenza di un cavo continuo, un giunto combina materiali, geometrie e interfacce differenti in uno spazio limitato. Introduce transizioni tra sistemi isolanti, elementi conduttivi, supporti meccanici e strati esterni di sigillatura.

In condizioni di umidità, l'acqua non deve necessariamente attraversare il materiale massivo per causare danni. Sfrutta le interfacce, i microvuoti e le imperfezioni della sigillatura.

Una volta penetrata nel giunto, l'umidità può innescare diversi meccanismi di degrado:

- Riduzione della resistenza di isolamento.
- Aumento delle perdite dielettriche.
- Innesco delle scariche parziali.
- Accelerazione dell'invecchiamento termo-elettrico.

Questi processi spesso si sviluppano gradualmente e rimangono inosservati fino al verificarsi del guasto, rendendo l'affidabilità del giunto un fattore nascosto ma determinante per le prestazioni delle reti MT.

Lezioni dagli eventi di allagamento a livello internazionale

Le **analisi** condotte **a seguito di importanti** eventi di allagamento in diverse regioni del mondo mostrano uno schema ricorrente. Negli episodi di allagamento su larga scala, i cavi MT interrati hanno continuato, **nella maggior parte dei casi**, a funzionare regolarmente, mentre i guasti si sono concentrati nei giunti e nelle terminazioni.

Le **analisi** del rischio di allagamento in ambito urbano hanno identificato le interfacce e gli **accessori per cavi** come i principali punti di ingresso dell'acqua. Nelle aree soggette a inondazioni ripetute, la formazione di fessurazioni dovute all'invecchiamento **dei materiali** e l'insufficiente sigillatura dei giunti sono state individuate come le principali cause di interruzione del servizio.

Indipendentemente dall'area geografica e dal tipo di rete, la conclusione ingegneristica è la stessa: giunti robusti, privi di **vuoti interni** e adeguatamente sigillati sono essenziali per prevenire sia i guasti immediati sia quelli ritardati causati dall'esposizione all'acqua.

Implicazioni per la strategia di gestione degli asset

Considerare gli allagamenti come un problema esclusivamente legato ai cavi porta a una mitigazione incompleta dei rischi e a investimenti non ottimali. Migliorare la resilienza alle inondazioni richiede di spostare l'attenzione dal cavo al giunto, considerandolo un componente critico del sistema.

Per i responsabili della gestione degli asset e i decisori tecnici, ciò significa:

- Includere la progettazione dei giunti e i sistemi di sigillatura nelle valutazioni del rischio di allagamento.
- Dare priorità alle tecnologie di giunzione validate per un'esposizione prolungata all'acqua.
- Riconoscere che le prestazioni dei giunti determinano in larga misura il rischio di interruzione, i costi di riparazione e i tempi di ripristino della rete.

Le reti MT resilienti agli allagamenti si costruiscono nella connessione, non nel conduttore.

Conclusione

Gli allagamenti raramente causano interruzioni nelle reti MT perché i cavi si guastano. Nella maggior parte dei casi, i guasti hanno origine nei giunti, dove convergono interfacce, qualità della sigillatura e fenomeni di invecchiamento.

Poiché gli allagamenti stanno diventando parte della normale realtà operativa, l'affidabilità dei giunti deve essere considerata un elemento prioritario nella progettazione e nella gestione degli asset, e non un dettaglio secondario.

Approfondisci

Se gli allagamenti rappresentano una condizione operativa reale nella tua rete, comprendere il comportamento dei giunti è solo il punto di partenza. Per ulteriori informazioni, consulta la pagina principale, dove vengono illustrati i meccanismi di guasto dei giunti, i principi di



progettazione per applicazioni soggette ad allagamento e i criteri pratici per la selezione dei giunti MT destinati ad ambienti caratterizzati da un'elevata presenza di acqua.