

FORMAZIONE

CEI 11-27:2025



FOLLOW US ON  **LinkedIn**

Unità didattiche ASSOCERT

CEI 11-27:2025

Cause di incidente

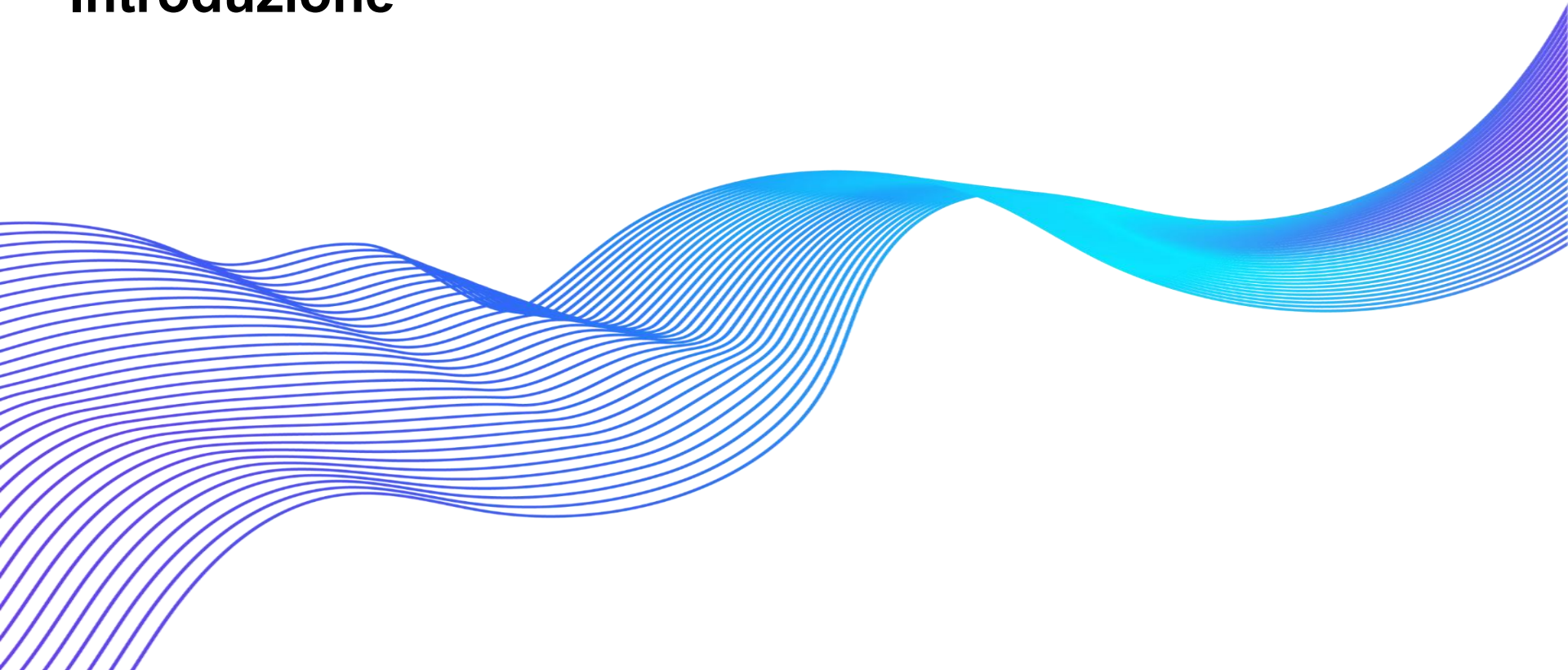
Introduzione

ASSOCERT è un ente di diritto privato, apolitico, non commerciale e senza fine di lucro.

Grazie al forte spirito di volontariato e all'impegno delle persone che la compongono, ASSOCERT è divenuta in breve tempo una tra le maggiori associazioni italiane del settore e che oggi, da sola, conta quasi 100 Enti di certificazione associati.

Oggi, dopo 16 anni, continuiamo a promuovere la salute e la sicurezza delle persone attraverso la cultura del rispetto delle norme tecniche che riguardano la conformità di impianti civili ed industriali, attrezzature di lavoro e prodotti destinati al commercio in UE.

Introduzione



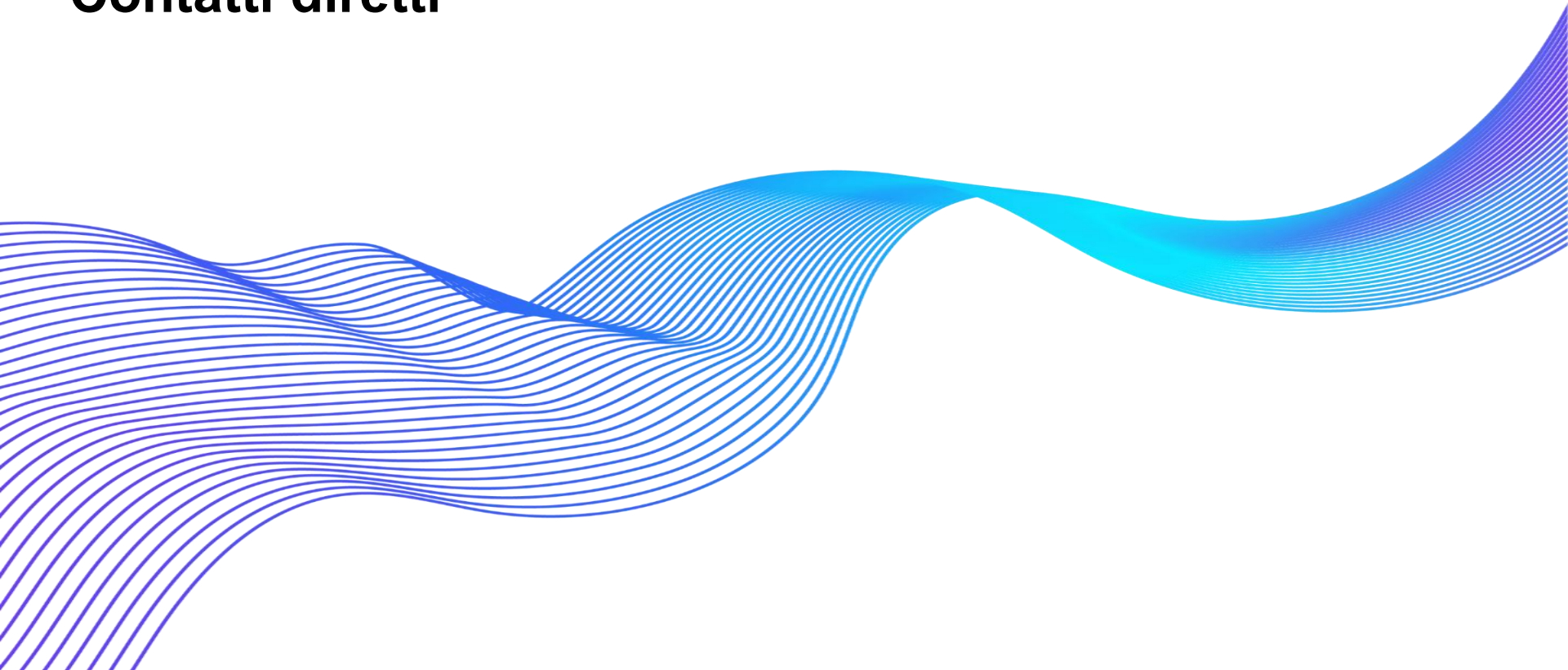
Introduzione

Il rischio elettrico rappresenta una delle minacce più insidiose in ambito lavorativo, principalmente a causa della non percepibilità diretta del pericolo (l'elettricità è invisibile e inodore) fino al momento del contatto o dell'innesco.

Dal punto di vista tecnico, gli incidenti si classificano generalmente in due macro-categorie in base alla fisiopatologia e alla dinamica fisica:

- Elettrocuzione (shock elettrico): passaggio di corrente attraverso il corpo umano dovuto a contatto diretto (parti attive) o indiretto (masse andate in tensione per guasto);
- Effetti termici ed energetici: ustioni da arco elettrico (arc flash), esplosioni o incendi dovuti a sovratemperature o cortocircuiti.

Contatti diretti



Contatti diretti

Un contatto diretto si verifica quando una persona tocca una parte attiva dell'impianto elettrico, ossia un conduttore o un elemento che è normalmente in tensione durante il funzionamento.

Esempi tipici sono:

- toccare un cavo elettrico con isolamento danneggiato;
- toccare i poli scoperti di una presa o di un interruttore;
- manipolare i conduttori di un quadro elettrico non protetto, ecc...

La corrente può fluire direttamente nel corpo umano attraverso il punto di contatto, con conseguenze che vanno dalla tetanizzazione muscolare a gravi ustioni, arresto cardiaco o respiratorio, argomenti trattati in un'altra sezione della didattica ASSOCERT.

Contatti diretti

Misure di protezione dai contatti diretti

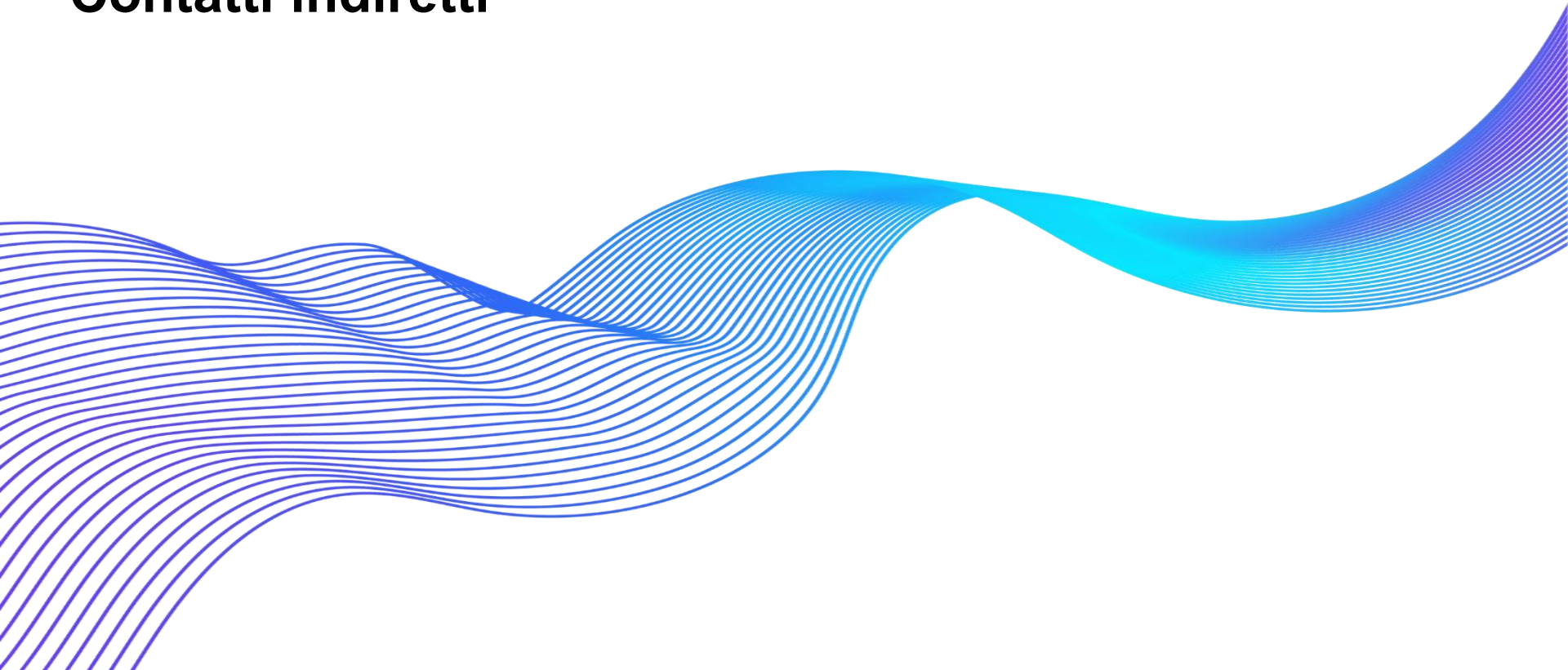
Le protezioni mirano a impedire fisicamente l'accesso alle parti in tensione:

- Isolamento delle parti attive: rivestimento dei conduttori con materiali isolanti (il metodo standard per i cavi);
- Involucri e barriere: utilizzo di contenitori (involucri) che racchiudono completamente le parti attive (es. cassette, quadri elettrici con grado di protezione adeguato, come IP2X), o l'uso di barriere e ostacoli per impedire un contatto involontario;
- Distanziamento: collocare le parti attive fuori dalla portata delle persone, rendendo difficile un contatto accidentale.

Contatti diretti

Anche l'impiego di interruttori differenziali sono una soluzione, sebbene siano primariamente una protezione contro i contatti indiretti, offrono una protezione addizionale.

Contatti indiretti



Contatti indiretti

Un contatto indiretto si verifica quando una persona tocca una massa (una parte conduttrice di un impianto elettrico che non è normalmente in tensione, come la carcassa metallica di un elettrodomestico o il corpo metallico di un quadro) che si trova accidentalmente in tensione a causa di un guasto o un cedimento dell'isolamento principale.

Esempio tipico è il cedimento dell'isolamento all'interno di un elettrodomestico fa sì che un conduttore in tensione tocchi la carcassa metallica.

Contatti indiretti

Se una persona tocca la carcassa (ora in tensione) e contemporaneamente si trova a contatto con la terra (es. pavimento umido) o con un altro elemento conduttore, può essere percorsa dalla corrente elettrica.

Il contatto indiretto è simile al contatto diretto, il rischio, infatti, è l'elettrocuzione se la tensione sul corpo metallico supera i valori di sicurezza di 50V in ambienti ordinari (es: casa, ufficio, ecc...) o 25V in ambienti particolari (luoghi medici, stalle, ecc...)

Contatti indiretti

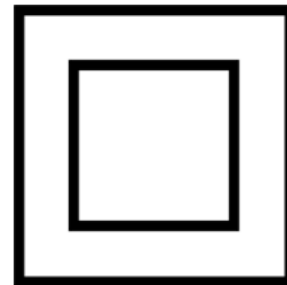
Protezione dai contatti indiretti

Le protezioni mirano a eliminare o limitare la tensione di contatto accidentale, o a disattivare l'alimentazione in caso di guasto:

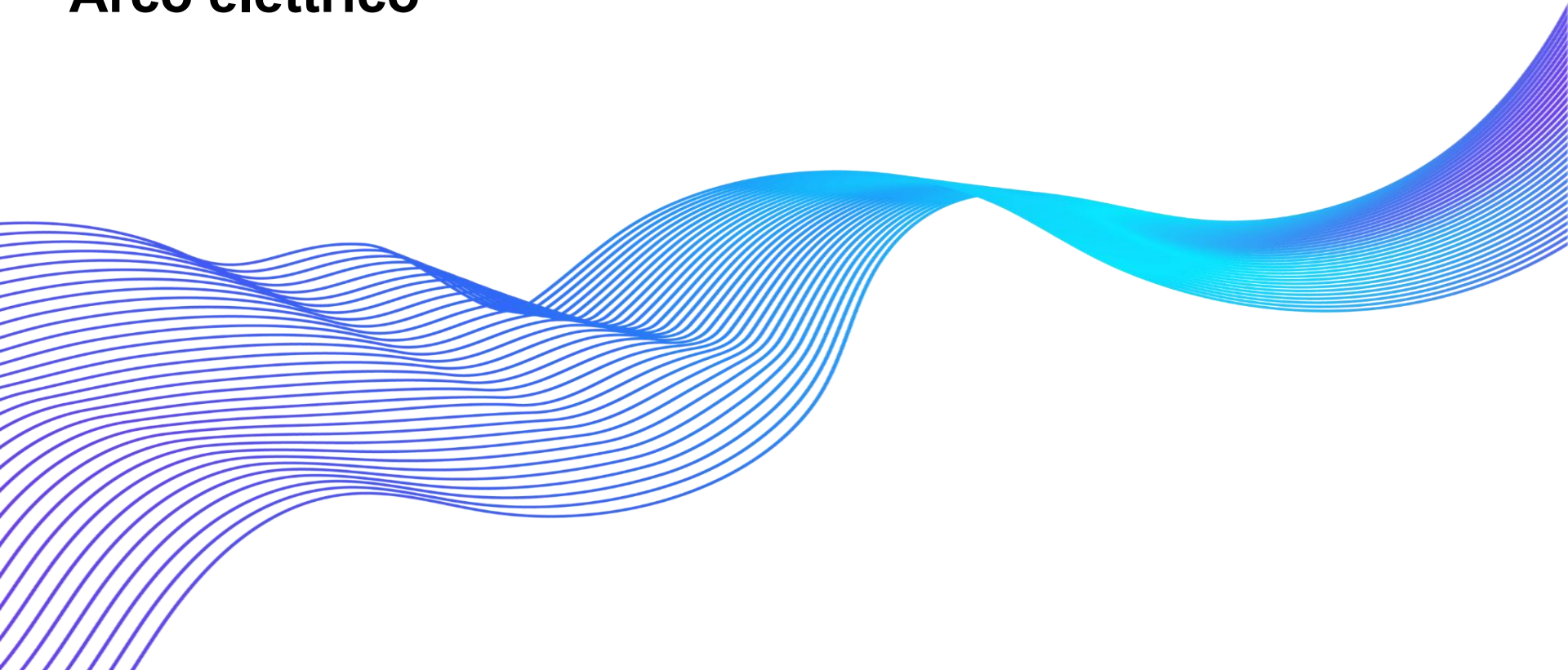
- Impianto di terra: questo è il sistema di protezione più comune. Le masse metalliche dell'impianto sono collegate a un conduttore di protezione (PE) che le mette in comunicazione con un dispersore nel terreno;
- Interruttore differenziale (RCD): se si verifica un guasto di isolamento, la corrente di dispersione fluisce verso terra attraverso la massa. L'interruttore differenziale rileva questa differenza di corrente e interrompe immediatamente l'alimentazione del circuito, prima che la tensione di contatto possa causare danni. Per funzionare deve coordinarsi con il valore di resistenza di terra (R_a);

Contatti indiretti

- Apparecchiature a doppio isolamento: utilizzo di apparecchiature con un isolamento principale e un isolamento supplementare (o isolamento rinforzato), contrassegnate dal simbolo a destra (Classe II). Queste non richiedono il collegamento al conduttore di terra;
- Separazione elettrica: uso di trasformatori di isolamento, che isolano elettricamente un circuito dall'altro e dalla terra.



Arco elettrico



Arco elettrico

Il fenomeno dell'arco elettrico o “arc flash” rappresenta uno dei pericoli più gravi e insidiosi negli impianti elettrici, in particolare in quelli ad alta potenza.

Si tratta di un rilascio violento e rapidissimo di energia termica e luminosa, che si verifica a seguito di un guasto con passaggio di corrente elettrica nell'aria tra due conduttori o tra un conduttore e terra, causando un innalzamento istantaneo della temperatura a livelli estremi.

Arco elettrico

La valutazione del rischio da arco elettrico è un obbligo fondamentale per il Datore di Lavoro, come previsto dalla normativa vigente (es. D. Lgs. 81/08 in Italia), al fine di adottare misure di mitigazione e selezionare i corretti Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) in base all'energia incidente calcolata.

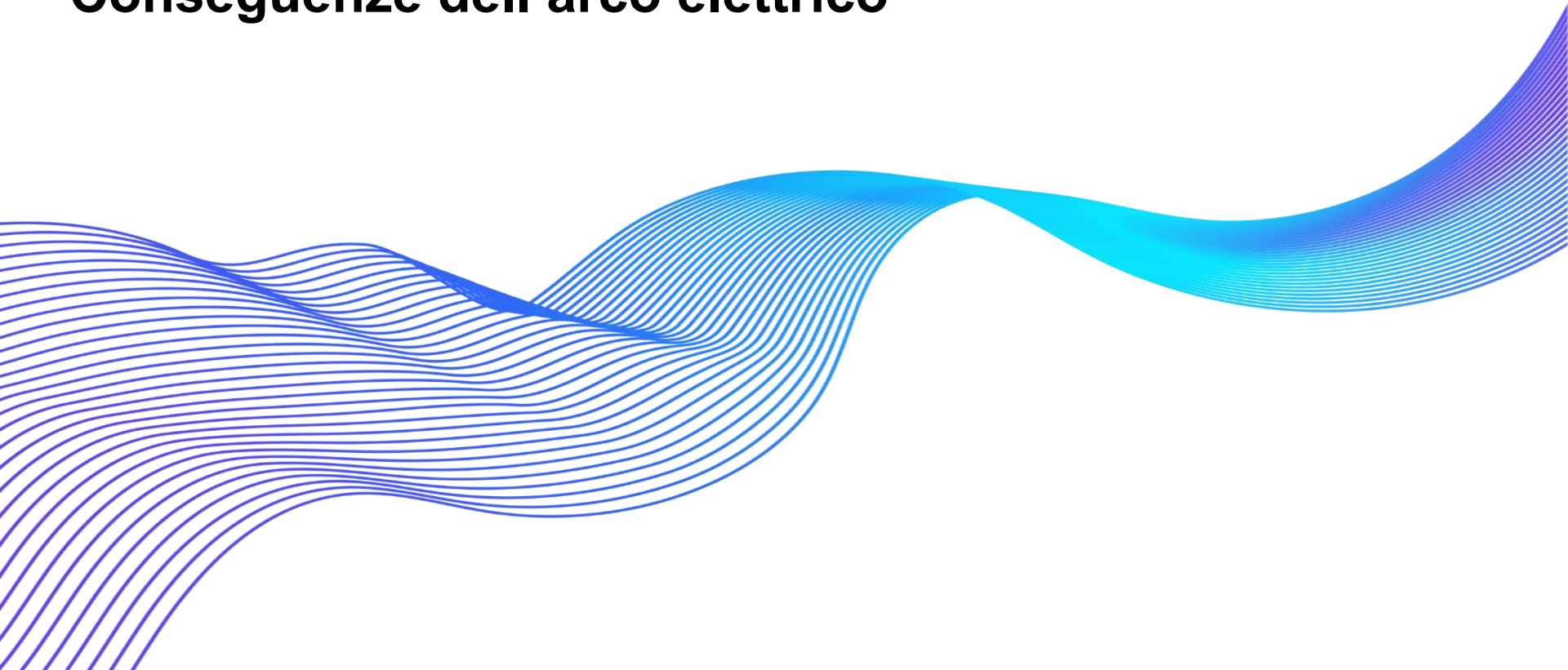
Arco elettrico

L'arco elettrico non è un evento di routine, ma il risultato di un cedimento del sistema di isolamento o di un errore operativo.

Le cause possono essere classificate in tre macro-categorie:

- A. Guasti e/o difetti dell'impianto e/o delle apparecchiature elettriche;
- B. Errore umano e pratiche di lavoro e procedure errate;
- C. Condizioni ambientali avverse.

Conseguenze dell'arco elettrico



Conseguenze dell'arco elettrico

L'arco elettrico è una reazione istantanea che rilascia una quantità enorme di energia concentrata in un breve lasso di tempo, tipicamente misurata in energia incidente (calore in cal/cm^2 a una data distanza).

Conseguenze dell'arco elettrico

Le conseguenze sull'operatore che si trova nel raggio d'azione dell'arco sono catastrofiche e derivano da quattro pericoli principali:

1. Effetti termici: ustioni (Arc thermal exposure);
2. Effetti barici e meccanici: esplosione (Pressure wave);
3. Effetti acustici e ottici: luce e rumore;
4. Effetti tossici: fumi e vapori.

Conseguenze dell'arco elettrico

Come mitigare il rischio in 3 passi

Per minimizzare il rischio dovuto all'arco elettrico, è essenziale adottare un approccio a più livelli:

- 1) Prevenzione dell'innesco;
- 2) Limitazione dell'energia incidente;
- 3) Protezione dell'operatore.

Conseguenze dell'arco elettrico

1) Prevenzione dell'innescò:

- Manutenzione preventiva: controlli periodici, test elettrici e termografici per identificare e correggere punti caldi o isolamenti danneggiati;
- Pulizia: rimozione di polveri e contaminanti dai quadri e dai componenti.

Conseguenze dell'arco elettrico

2) Limitazione dell'energia incidente (mitigazione):

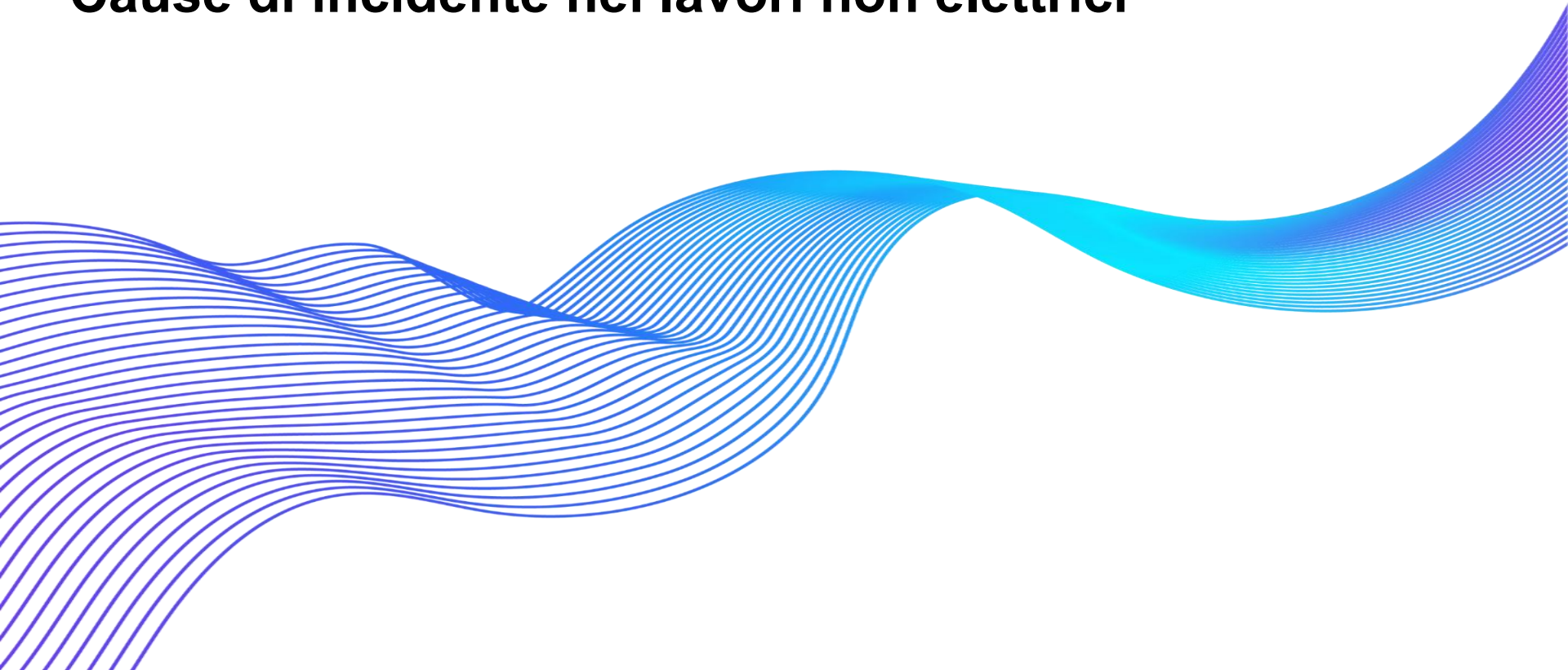
- Coordinamento delle protezioni: assicurare che le protezioni (interruttori, fusibili) intervengano nel minor tempo possibile per spegnere l'arco;
- Sistemi di rilevazione rapida: utilizzo di relè di protezione Arc Flash o sistemi di interruzione ultra-rapidi per ridurre la durata dell'arco.

Conseguenze dell'arco elettrico

3) Protezione dell'operatore:

- DPI specifici: obbligo di indossare indumenti resistenti all'arco elettrico (con valore ATPV o EBT superiore all'energia incidente calcolata), schermi facciali, guanti e protezioni per l'udito, quando si opera in prossimità di parti in tensione;
- Procedure di lavoro sicure: rispettare sempre le distanze di sicurezza e le procedure di lavoro fuori tensione.

Cause di incidente nei lavori non elettrici



Cause di incidente nei lavori non elettrici

Questa categoria riguarda operatori (edili, imbianchini, escavatoristi, addetti alle pulizie, ecc...) che non intervengono sugli impianti elettrici (non sono PES o PAV), ma che svolgono le loro mansioni in prossimità di linee o componenti in tensione.

Statisticamente, questa è l'area con il maggior numero di infortuni gravi dovuti a mancanza di consapevolezza.

Vediamo alcuni esempi...

Cause di incidente nei lavori non elettrici

A. Violazione delle distanze di sicurezza (linee aeree)

La causa più frequente di incidenti mortali nei cantieri edili e stradali è il contatto accidentale o l'avvicinamento eccessivo a linee elettriche aeree non protette.

- Dinamica: movimentazione di mezzi di sollevamento (gru, autogru, ecc...), piattaforme di lavoro elevabili (PLE) o ribaltabili di autocarri che entrano nella zona di guardia di linee a media o alta tensione;
- Fattore tecnico: non è necessario il contatto fisico; è sufficiente violare la distanza dielettrica dell'aria per innescare una scarica (arco voltaico) verso il mezzo, portando l'intero veicolo in tensione.

Cause di incidente nei lavori non elettrici

B. Interferenza con sottoservizi interrati

Durante le attività di scavo, perforazione o infissione di pali, l'assenza di mappature aggiornate o l'errata lettura delle stesse porta al danneggiamento di cavi interrati.

- Dinamica: la benna dell'escavatore o la punta della trivella trancia l'isolante di un cavo di energia;
- Conseguenza: cortocircuito violento con proiezione di materiali fusi e, in caso di contatto conduttivo, elettrocuzione dell'operatore a terra o tensioni di passo pericolose intorno alla macchina.

Cause di incidente nei lavori non elettrici

C. Utilizzo di utensili non conformi o danneggiati

L'uso di elettro utensili portatili in ambienti severi (cantieri, industria metalmeccanica) espone gli operatori a rischi derivanti dal degrado dell'isolamento.

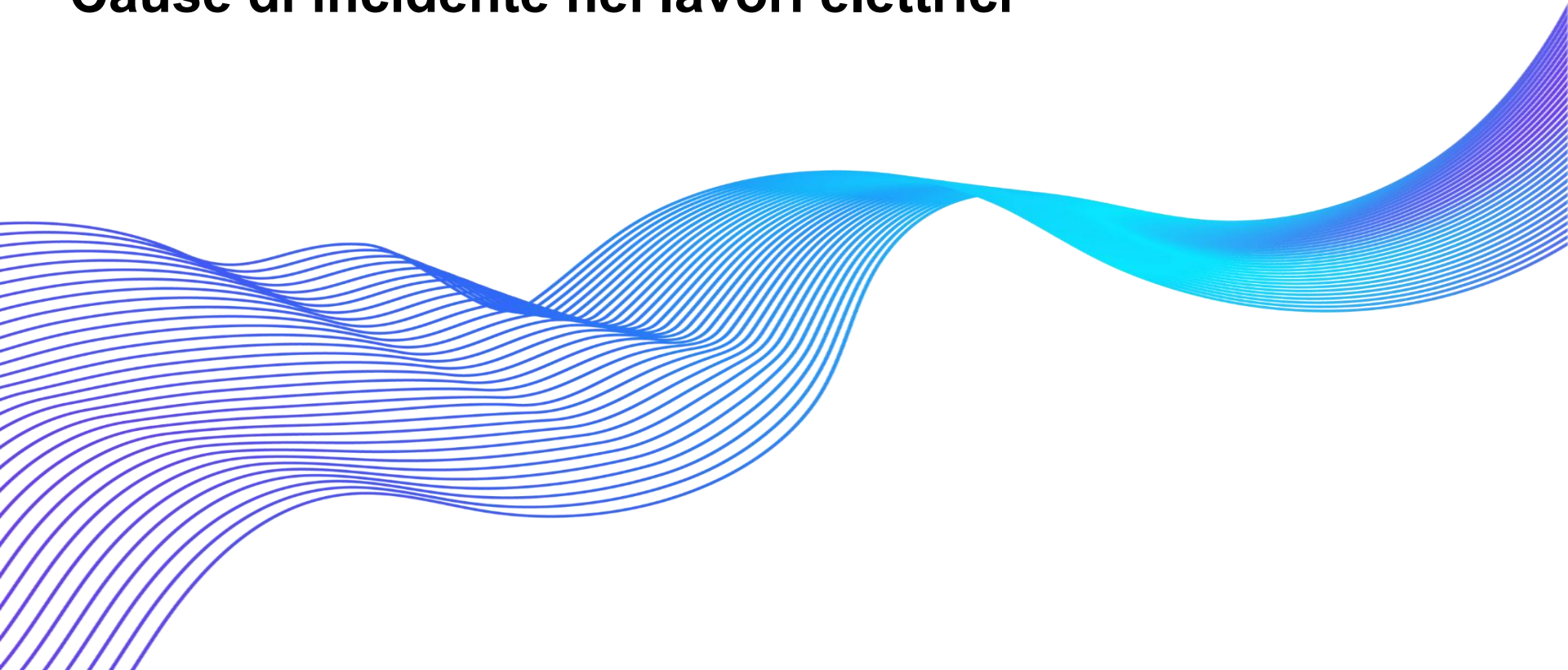
- Cavi e prolunghe: abrasioni, schiacciamenti o tagli sulla guaina dei cavi di alimentazione che espongono il rame vivo;
- Ambiente bagnato: utilizzo di apparecchiature non aventi un grado di protezione IP adeguato in presenza di acqua o umidità, causando dispersioni che i dispositivi di protezione (differenziali) potrebbero non intercettare in tempo utile se mal mantenuti.

Cause di incidente nei lavori non elettrici

D. Mancato riconoscimento del rischio

L'operatore non qualificato dal punto di vista elettrico ("persona comune" o PEC secondo la norma CEI 11-27) spesso non riconosce una situazione di pericolo, come un quadro aperto, un cavo pendente o una "massa" in tensione, toccando inavvertitamente la parte durante le operazioni in lavori non elettrici (es: lavori di pulizia o movimentazione merci).

Cause di incidente nei lavori elettrici



Cause di incidente nei lavori elettrici

In questo contesto operano persone avvertite (PAV) o esperte (PES). Qui l'incidente non è quasi mai frutto di ignoranza del rischio in sé, ma di errori procedurali, eccesso di confidenza o fallimento delle misure organizzative.

Vediamo alcuni esempi...

Nota: i lavori sotto tensione possono essere eseguiti solo in bassa tensione e solo da PES o PAV idonee.

Cause di incidente nei lavori elettrici

A. Errata esecuzione della messa fuori tensione (Lavori fuori tensione):

- Sezionamento incompleto: si apre l'interruttore ma non si verifica sezionamento visivo o non si considerano ritorni di tensione da generatori o UPS;
- Mancato impedimento della richiusura (LOTO – Lock out/Tag out): un terzo riarma l'interruttore mentre l'operatore sta lavorando sulla linea, non trovando un blocco meccanico o un cartello di segnalazione;
- Mancata verifica dell'assenza di tensione: l'operatore assume che la linea sia morta senza testarla con appositi rilevatori, iniziando a lavorare su parti attive.

Cause di incidente nei lavori elettrici

B. Arco Elettrico

Questo è il rischio maggiore durante le manovre, le misurazioni o i lavori in prossimità (lavori sotto tensione).

- Cause scatenanti: caduta accidentale di utensili conduttivi (cacciaviti, chiavi) all'interno di quadri sotto tensione, inserimento/estrazione di interruttori di potenza sotto carico, o l'avvicinamento eccessivo che innesca la scarica tra le fasi o tra fase e terra;
- Aggravante: mancato utilizzo dei DPI specifici per l'arco elettrico (visiere attiniche, indumenti ignifughi), risultando in ustioni gravissime anche senza contatto elettrico diretto.

Cause di incidente nei lavori elettrici

C. Utilizzo improprio della strumentazione di misura

L'uso di multimetri non adeguati alla categoria di sovratensione (CAT III o CAT IV) dell'impianto su cui si opera.

- Dinamica: se si verifica un transitorio di tensione mentre si misura, lo strumento inadeguato può esplodere tra le mani dell'operatore, innescando un arco elettrico.

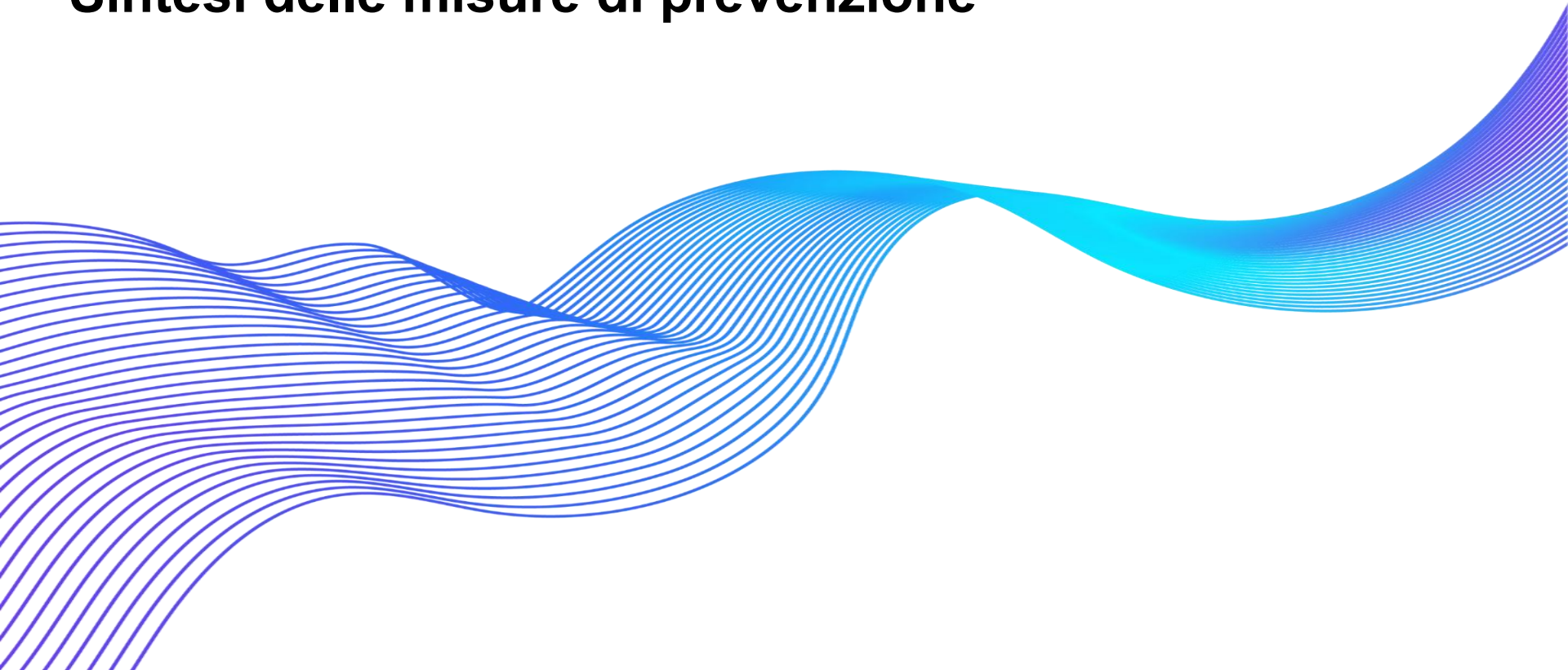
Cause di incidente nei lavori elettrici

D. Eccesso di confidenza e routine (fattore umano)

Gli elettricisti esperti sono paradossalmente molto esposti a causa dell'abitudine.

- Bypass delle procedure: lavorare sotto tensione per "fare prima" senza seguire le procedure specifiche per i lavori in BT (Bassa Tensione) o MT (Media Tensione);
- Mancata messa a terra e in cortocircuito: omissione della messa a terra temporanea in cabina MT/AT, lasciando l'operatore esposto a tensioni indotte o rialimentazioni accidentali.

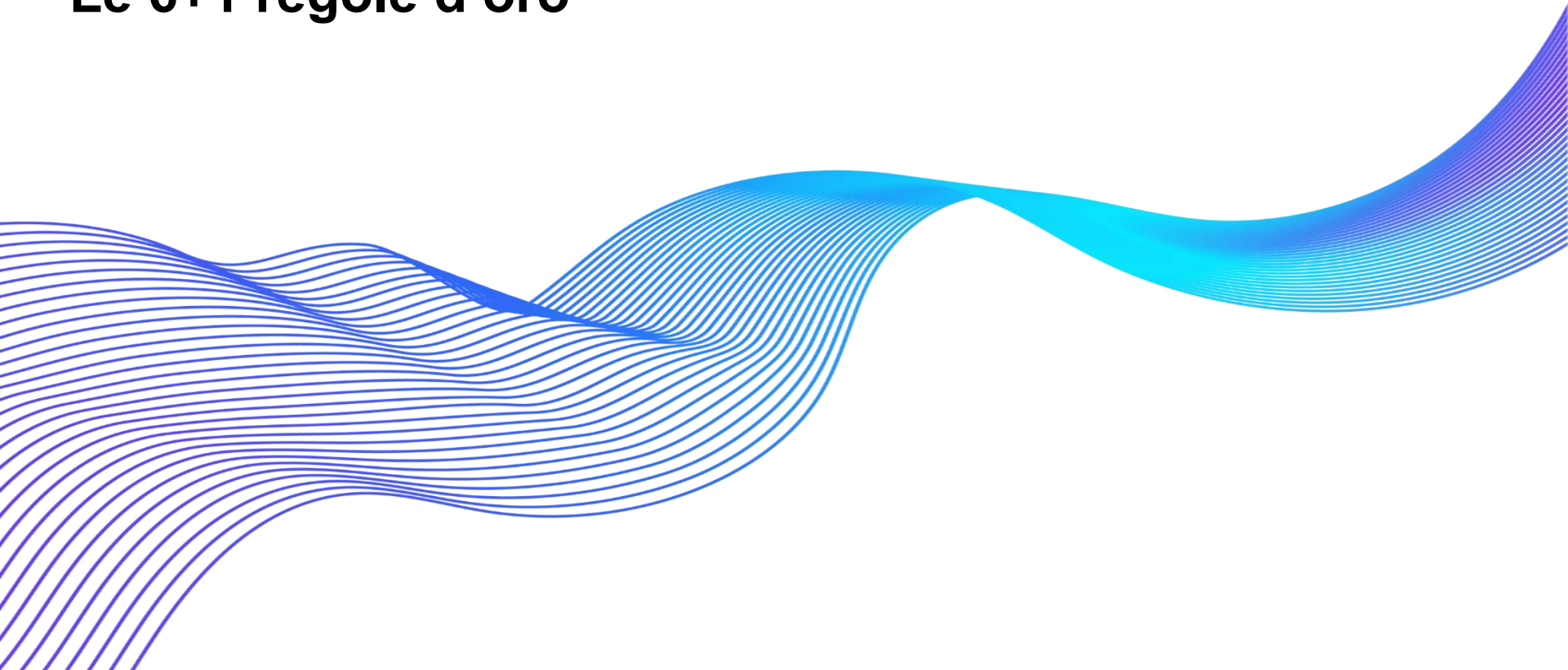
Sintesi delle misure di prevenzione



Sintesi delle misure di prevenzione

Tipo di lavoro	Misure principali
Non elettrico	Rispetto rigoroso delle distanze di sicurezza, uso di barriere fisiche, mappatura preventiva dei sottoservizi.
Elettrico	Applicazione rigida delle procedure di lavoro (CEI 11-27), uso corretto del Lockout/Tagout, utilizzo di DPI specifici per il tipo e la condizione di lavoro.

Le 6+1 regole d'oro



Le 6+1 regole d'oro

Le “6+1 regole d'oro”

1. Affidare il lavoro a personale con le necessarie competenze e capacità;
2. Individuare inequivocabilmente il circuito su cui si deve operare;
3. Sezionare “COMPLETAMENTE” la parte su cui si deve lavorare;
4. Impedire che il sistema possa essere rimesso in tensione;
5. Proteggersi da eventuali parti in tensione pericolose su cui non si sta operando;
6. Verificare che non ci sia tensione.

(...+1): nei casi previsti dalla norma CEI 11-27 o se si ritiene necessario, eseguire la messa a terra e in cortocircuito.



Grazie per l'attenzione

Aggiornamenti Tecnici
ASSOCERT

Formazione CEI 11-27:2025

Cause di incidente
rev.0 del 01.12.2025