

**METODOLOGIA DI VALUTAZIONE  
DELL'EFFICACIA DEI SISTEMI DI  
PROTEZIONE CATODICA DELLA RETE  
DI TRASPORTO DEL GAS NATURALE**

**PRIMA EDIZIONE**



**UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione**

Via Sannio 2 - 20137 Milano

Tel. 02 70024.1 - Fax. 02 70105993

[www.uni.com](http://www.uni.com)

**Autore:**

APCE - Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche

Via del Commercio, 11 - 00154 Roma

Tel. 06 57396337 -Telefax 06 57396338

[www.apce.it](http://www.apce.it)

Revisione del 27.01.2010 – Pubblicato il 3 febbraio 2010

**Questa pubblicazione non è un documento normativo.**

**La responsabilità dei concetti espressi è unicamente degli autori.**

**TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI**

Il documento è sottoposto alla tutela del diritto d'autore secondo la legislazione vigente. UNI intende avvalersi di tutti gli strumenti per tutelare il copyright.

La licenza d'uso del documento vieta (senza il consenso scritto di UNI):

- la modifica, l'adattamento e la riduzione;
- la traduzione;
- il noleggio/affitto;
- la vendita.

Il documento può essere riprodotto o diffuso integralmente con un mezzo qualsiasi a condizione che siano citati il "copyright UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione", l'indirizzo internet [www.uni.com](http://www.uni.com) e gli Autori.

## SOMMARIO

INTRODUZIONE	pag. 4
PREMESSA	pag. 5
1 GENERALITÀ	pag. 6
2 SCOPO	pag. 6
3 CAMPO DI APPLICAZIONE	pag. 6
4 RIFERIMENTI	pag. 6
4.1 Riferimenti Legislativi	pag. 6
4.2 Riferimenti Normativi e Linee guida	pag. 7
5 TERMINI E DEFINIZIONI	pag. 7
6 CARATTERISTICHE DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA	pag. 8
7 METODOLOGIA DI CALCOLO DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA	pag. 8
7.1 Parametri di calcolo e attestato del valore dell'indicatore di protezione catodica	pag. 8
7.2 Struttura dell'indicatore di protezione catodica	pag. 9
7.2.1 Coefficiente $K_1$ inerente la progettazione del sistema di protezione catodica	pag. 10
7.2.1.1 Coefficiente $K_{11}$ inerente il sezionamento elettrico del sistema di protezione catodica	pag. 10
7.2.1.2 Coefficiente $K_{12}$ inerente i posti di misura del sistema di protezione catodica	pag. 11
7.3 Coefficiente $K_2$ inerente la gestione del sistema di protezione catodica	pag. 12
7.3.1 Coefficiente di gestione $K_2^{OP}$ inerente controlli con operatore in campo	pag. 13
7.3.1.1 Coefficiente $K_{21}^{OP}$ inerente le misure di breve durata	pag. 13
7.3.1.2 Coefficiente $K_{22}^{OP}$ inerente le misure registrate	pag. 15
7.3.2 Coefficiente di gestione $K_2^{TLS}$ inerente i sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza	pag. 17
8 LEGENDA SIMBOLI	pag. 20
9 FACSIMILE MODULI DEL VALORE INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA $K_T$	pag. 22
Allegato A/OP	pag. 22
Allegato A/TLS	pag. 24

## INTRODUZIONE

Le presenti linee guida sono state elaborate dall'APCE (Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche, Sede legale c/o Italgas Via del Commercio, 11 - 00154 Roma).

L'APCE sin dalla sua costituzione ha perseguito l'obiettivo di promuovere e coordinare iniziative per attuare la collaborazione fra gli utenti del sottosuolo al fine di studiare e risolvere i problemi connessi con la protezione delle strutture metalliche dalle corrosioni elettrolitiche, anche riguardo alle interferenze elettriche che possono sorgere tra le stesse o con strutture installate sulla superficie del suolo (linee ferroviarie e tranviarie).

Ai sensi della delibera n. ARG/gas 141/09, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas ha dato mandato all'Associazione per la protezione dalle corrosioni elettrolitiche (APCE) di individuare una metodologia che consenta di stabilire se le parti di gasdotto siano o meno in protezione catodica ai sensi della normativa tecnica vigente e di elaborare specifiche linee guida relative alla protezione catodica nell'attività di trasporto che prevedano anche la compilazione di un "Rapporto annuale dello stato elettrico della rete di trasporto" in analogia, per quanto applicabile, a quanto predisposto dalla stessa APCE per le reti in acciaio di distribuzione di gas.

## **PREMESSA**

Le presenti linee guida sono parte di una serie dedicata al servizio di trasporto del gas naturale. Le raccomandazioni contenute in questa e nelle altre linee guida della serie costituiscono i requisiti essenziali per l'effettuazione delle attività trattate per aspetti non coperti o sufficientemente regolati da norme tecniche nazionali o europee.

In caso di contrasto fra una raccomandazione delle presenti linee guida e una prescrizione contenuta in una regola tecnica o norma tecnica, la prescrizione è prevalente sulla raccomandazione.

Le presenti linee guida saranno periodicamente riviste e aggiornate per tener conto dell'evoluzione tecnica e normativa nel loro campo di applicazione.

Nelle presenti linee guida non sono stati considerati gli aspetti relativi alla sicurezza generale degli operatori per i quali si rimanda alle specifiche prescrizioni normative e di legge.

## 1. GENERALITÀ

Il documento definisce un modello di calcolo che consente di valutare i criteri di progettazione, gestione e conduzione adottati dall'impresa di trasporto del gas naturale sui sistemi di protezione catodica.

Il valore finale indica in modo sintetico il grado di adeguatezza di quanto messo in atto ed eseguito nel corso dell'anno sui diversi sistemi di protezione catodica, in conformità alle disposizioni legislative, norme e linee guida.

## 2. SCOPO

La presente linea guida consente di calcolare l'indicatore dei singoli sistemi di protezione catodica, attraverso le caratteristiche progettuali e le informazioni della gestione, prendendo come riferimento le disposizioni legislative e norme tecniche vigenti in materia.

## 3 CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti linee guida si applicano alle condotte in acciaio di ciascun sistema di protezione catodica protetto con impianti a corrente impressa.

Le presenti linee guida non si applicano alle condotte in acciaio protette con anodi galvanici e alle reti in acciaio non protette catodicamente.

## 4 RIFERIMENTI

### 4.1 Riferimenti Legislativi

La protezione catodica, applicata alle reti in acciaio di trasporto del gas, è resa obbligatoria sin dal 1964 mediante disposizioni legislative.

Attualmente è prescritta dal D.M. 17 aprile 2008 "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8" e dal D.M. del 23 Febbraio 1971 n. 2445 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto" e successive modifiche.

È opportuno, inoltre, specificare che la legge n. 1083, del 6.12.1971 "Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile" stabilisce che tutti i materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico ed usi simili devono essere realizzati secondo le regole specifiche della buona tecnica, per la salvaguardia della sicurezza. Un successivo articolo prevede che se realizzati secondo le norme specifiche per la sicurezza, pubblicate dall'Ente Nazionale di Unificazione (UNI-CIG), si considerano effettuati secondo le regole della buona tecnica.

L'Autorità per l'energia elettrica e il gas, il 1 ottobre 2009 ha emesso la delibera ARG/gas 141/09 nella quale sono precisate le informazioni e i dati relativi alla protezione catodica che devono essere registrati dall'impresa di trasporto e la predisposizione del "Rapporto annuale dello stato elettrico della rete di trasporto".

### 4.2 Riferimenti normativi e linee guida

Le norme indicano i requisiti minimi che devono essere rispettati per operare secondo regole di buona tecnica. Rimane nell'ambito della libera scelta dell'impresa di trasporto l'adozione di criteri più cautelativi di quelli richiesti, particolarmente quando questi siano suggeriti dalla propria esperienza, dalla realtà specifica in cui opera, dalla conoscenza dei propri impianti, ecc.

Salvo diversa ed esplicita indicazione si fa riferimento all'edizione della norma e delle linee guida in vigore all'atto dell'applicazione delle presenti linee guida.

UNI EN 12954      Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse - Principi generali e applicazione per condotte.

UNI 11094	Protezione catodica di strutture metalliche interrato. Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione di UNI EN 12954 anche in presenza di correnti disperse.
UNI EN 13509	Tecniche di misurazione per la protezione catodica
CEI EN 50162	Protezione contro la corrosione da correnti vaganti causate dai sistemi elettrici a corrente continua
UNI 10166	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - Posti di misura.
UNI 10265	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - Segni grafici.
UNI EN 15257	Protezione catodica - Livelli di competenza e certificazione del personale
UNI 10950	Protezione catodica di strutture metalliche interrato. Telecontrollo dei sistemi di protezione catodica.
UNI 10428	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - Impianti di drenaggio unidirezionali
UNI EN 14505	Protezione catodica di strutture complesse
UNI EN ISO 8044	Corrosione di metalli e leghe - Termini fondamentali e definizioni.
APCE Linee guida	Protezione catodica delle reti in acciaio di trasporto del gas naturale - prima edizione pubblicata dall'UNI
APCE Linee guida	Redazione del rapporto annuale dello stato elettrico dei sistemi di protezione catodica dei sistemi della rete di trasporto del gas naturale - prima edizione pubblicata dall'UNI

## 5. TERMINI E DEFINIZIONI

Oltre a quanto contenuto nei documenti di riferimento, ai fini delle presenti linee guida valgono le seguenti definizioni:

**Condizione di non efficace applicazione della protezione catodica alle condotte:** inosservanza di prescrizioni normative riguardanti la progettazione, gestione e conduzione dei sistemi di protezione catodica o situazioni in cui i valori rilevati mediante le diverse tipologie di misurazione non sono conformi ai valori dei criteri di protezione definiti dalle norme UNI.

**Condizione di efficace applicazione della protezione catodica alle condotte:** osservanza di prescrizioni normative riguardanti la progettazione, gestione, conduzione dei sistemi di protezione catodica e situazioni in cui i valori rilevati mediante le diverse tipologie di misurazione sono conformi ai valori dei criteri di protezione definiti dalle norme UNI.

**Rete in acciaio non protetta catodicamente:** è la rete in acciaio che ricade in una delle seguenti situazioni:

- inosservanza di disposizioni legislative per le quali le condotte o parti di condotte in acciaio dell'impianto di trasporto non sono protette catodicamente con impianti a corrente impressa o con anodi galvanici.
- tratti di condotta di lunghezza limitata non protetti catodicamente nel rispetto del DM 24 novembre 1984.

## 6. CARATTERISTICHE DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA

L'indicatore  $K_T$  dell'efficacia della protezione catodica è calcolato sulla base di 100 punti per ogni singolo sistema di protezione catodica, confrontando i criteri di progettazione e di gestione adottati per la

protezione catodica delle condotte in acciaio con quanto prescritto dalla legislazione, norme e linee guida vigenti in materia.

Il peso assegnato alla progettazione è di 30 punti, di cui 10 punti per la suddivisione della rete in sistemi di protezione catodica (sezionamento elettrico) e 20 punti per la dislocazione dei posti di misura. I restanti 70 punti sono assegnati alla gestione e conduzione dei sistemi di protezione catodica.

L'indicatore di protezione catodica  $K_T$  si può esprimere come:

- **indice insufficiente**

**valore < 60:** valore assunto dall'indicatore nelle condizioni di non efficace applicazione della protezione catodica alle condotte.

- **indice standard**

**valore  $\geq$  60:** valore assunto dall'indicatore nelle condizioni di efficace applicazione della protezione catodica alle condotte.

I valori dell'indicatore compresi tra 60 e 80, corrispondono a situazioni in cui è assicurata l'efficacia della protezione catodica. L'intervallo di venti punti dell'indicatore, tra 60 e 80, considera le differenti condizioni operative in cui può trovarsi il gestore della protezione catodica.

Il valore dell'indicatore di protezione catodica maggiore di 80, corrisponde a situazione dove le verifiche ed i controlli sono stati intensificati per motivazioni tecniche o ad una gestione particolarmente accorta e curata da parte del trasportatore.

Il valore dell'indicatore di protezione catodica  $K_T$ , determinato per ciascun sistema di protezione catodica e per ogni anno di riferimento, deve essere riportato nel rapporto annuale dello stato elettrico della rete di trasporto evidenziando la condizione di efficace applicazione della protezione catodica alle condotte o di non efficace applicazione della protezione catodica alle condotte appartenenti al sistema di protezione catodica in esame.

## 7. METODOLOGIA DI CALCOLO DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA

### 7.1 Parametri di calcolo e attestato del valore dell'indicatore di protezione catodica

Per il calcolo dell'indicatore di protezione catodica  $K_T$ , è necessario individuare i sistemi di protezione catodica che costituiscono la rete di trasporto. Per ogni sistema di protezione catodica in esame è necessario disporre dei seguenti parametri:

- lunghezza in chilometri o frazione di chilometro (arrotondato al primo decimale) della rete in acciaio del sistema di protezione catodica ( $L_{SPC}$ ). La lunghezza della rete del sistema di protezione catodica deve comprendere anche i tratti di rete fuori terra.
- numero totale dei posti di misura presenti nel sistema di protezione catodica ( $N_{PM}$ );
- numero degli attraversamenti o parallelismi con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971) presenti nel sistema di protezione catodica ( $N_{AF}$ );
- numero degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e degli impianti di collegamento con strutture estranee presenti nel sistema di protezione catodica ( $N_{IPC}$ ).

Per accertare l'efficienza e l'efficacia dei sistemi di protezione catodica, i controlli possono essere eseguiti con operatori in campo o mediante telesorveglianza. Pertanto i parametri per il calcolo dell'indicatore di protezione catodica  $K_T$  devono essere classificati separatamente:

a) sistemi di protezione catodica con controlli eseguiti con operatore in campo



- numero di misure di breve durata conformi eseguite sul sistema di protezione catodica ( $N_{MBD}^{OP}$ );
  - numero di misure registrate conformi (non triennali) eseguite sul sistema di protezione catodica ( $N_{MR}^{OP}$ );
  - numero delle misure registrate triennali conformi attribuite all'anno di riferimento ( $N_{MR-T}^{OP}$ ).
- Tale parametro si calcola sommando le misure registrate triennali conformi eseguite nell'ultimo anno sul sistema di protezione catodica;
- eventuale numero di posti di misura dotati di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza con misure conformi presenti sul sistema di protezione catodica ( $P_{TLC}^{OP}$ ).

b) sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza

- numero di posti di misura dotati di telesorveglianza con misure conformi presenti nel sistema di protezione catodica ( $N_{PM}^{TLS}$ );
- eventuale numero di misure di breve durata conformi eseguite con operatore nei posti di misura non inseriti nel sistema di telesorveglianza ( $N_{MBD}^{TLS}$ );
- eventuale numero di misure registrate conformi eseguite con operatore sul sistema di protezione catodica dotato di telesorveglianza o ricavate dal sistema di telesorveglianza stesso in quei posti di misura che hanno espresso valori conformi (vedi paragrafo 7.3.2) nel periodo di efficiente ed efficace funzionamento oppure derivanti da posti di misura dotati di telesegnalazione o telemisura ( $N_{MR}^{TLS}$ ), norma UNI 10950.

Le suddette tipologie di misurazioni (breve durata, registrate e telesorvegliate) e le soluzioni impiantistiche sono da ritenersi conformi se rispondenti a quanto indicato nelle linee guida "Protezione catodica delle reti in acciaio di trasporto del gas naturale", prima edizione pubblicata dall'UNI.

Gli allegati A/OP e A/TLS mostrano i facsimili dei moduli dell'attestato del valore dell'indicatore di protezione catodica  $K_T$ , distinti tra sistema di protezione catodica con controlli eseguiti con operatore in campo (OP) e sistema di protezione catodica con telesorveglianza (TLS). L'impresa di trasporto deve compilare i rispettivi moduli riportando i parametri attribuiti a ciascun sistema di protezione catodica e il valore dell'indicatore di protezione catodica  $K_T$  calcolato.

I moduli dell'attestato del valore dell'indicatore di protezione catodica  $K_T$  di ciascun sistema di protezione catodica devono essere archiviati presso l'impresa di trasporto unitamente al rapporto annuale dello stato elettrico di protezione catodica della rete di trasporto e ai resoconti delle differenti tipologie di misurazioni.

## 7.2 Struttura dell'indicatore di protezione catodica

Per ogni sistema di protezione catodica l'indicatore di protezione catodica  $K_T$  è calcolato mediante la formula:

$$K_T = \left( K_1 \cdot \sqrt{\frac{K_2}{70}} + K_2 \right) \quad (1)$$

dove:

$K_1$  è il coefficiente di progettazione del sistema di protezione catodica;

$K_2$  è il coefficiente di gestione del sistema di protezione catodica.

Il coefficiente di gestione del sistema di protezione catodica  $K_2$  ha indirettamente una dipendenza dai parametri di progettazione adottati, poiché il numero delle misurazioni è determinato anche dal numero dei posti di misura presenti nel sistema di protezione catodica. Per correlare il coefficiente di progettazione del

sistema di protezione catodica al coefficiente di gestione, è necessario moltiplicare il coefficiente di progettazione  $K_1$  per il termine  $\sqrt{\frac{K_2}{70}}$  (con variazione lenta tra 0 e 1, per la presenza della radice quadrata).

L'inserimento di questo termine permette anche di non raggiungere il valore minimo dell'indice standard ( $K_T = 60$ ) avendo eseguito una buona progettazione ( $K_1 = 30$  punti su 30) associata ad una gestione insufficiente ( $K_2 = 30$  punti su 70).

### 7.2.1 Coefficiente $K_1$ inerente la progettazione del sistema di protezione catodica

Il coefficiente  $K_1$  costituisce il parametro di valutazione delle caratteristiche di progettazione di ciascun sistema di protezione catodica, poiché tiene conto sia dei chilometri di rete associati al sistema di protezione catodica ( $K_{11}$ ) sia dei posti di misura ( $K_{12}$ ) presenti nello stesso sistema di protezione catodica.

Il peso del coefficiente  $K_1$  rispetto l'indicatore  $K_T$  è valutato in 30 punti percentuali. Esso è calcolato come segue:

$$K_1 = 30 \cdot \left( \frac{1}{3} \cdot K_{11} + \frac{2}{3} \cdot K_{12} \right) \quad (2)$$

dove:

$K_{11}$  coefficiente sezionamento elettrico del sistema di protezione catodica;

$K_{12}$  coefficiente posti di misura del sistema di protezione catodica.

#### 7.2.1.1 Coefficiente $K_{11}$ inerente il sezionamento elettrico del sistema di protezione catodica

Il coefficiente  $K_{11}$  valuta i chilometri di rete in acciaio che costituiscono il sistema di protezione catodica e quindi il grado di sezionamento elettrico. Con riferimento alle linee guida APCE, che indicano in circa trenta chilometri la lunghezza media dei tratti di condotte<sup>3</sup> che devono appartenere ad un sistema di protezione catodica, il coefficiente  $K_{11}$  è calcolato mediante la formula:

$$K_{11} = \begin{cases} -900 \cdot n_{SPC}^2 + 60 \cdot n_{SPC} & , \quad 0 \leq n_{SPC} \leq \frac{1}{30} \\ 1 & , \quad n_{SPC} > \frac{1}{30} \end{cases} \quad (3)$$

dove  $n_{SPC}$  è il parametro del sezionamento elettrico della rete protetta, calcolato come segue:

$$n_{SPC} = \frac{1}{L_{SPC}}$$

nel quale  $L_{SPC}$  è la lunghezza in chilometri o frazione di chilometro (arrotondato al primo decimale) della rete di acciaio del sistema di protezione catodica in esame.

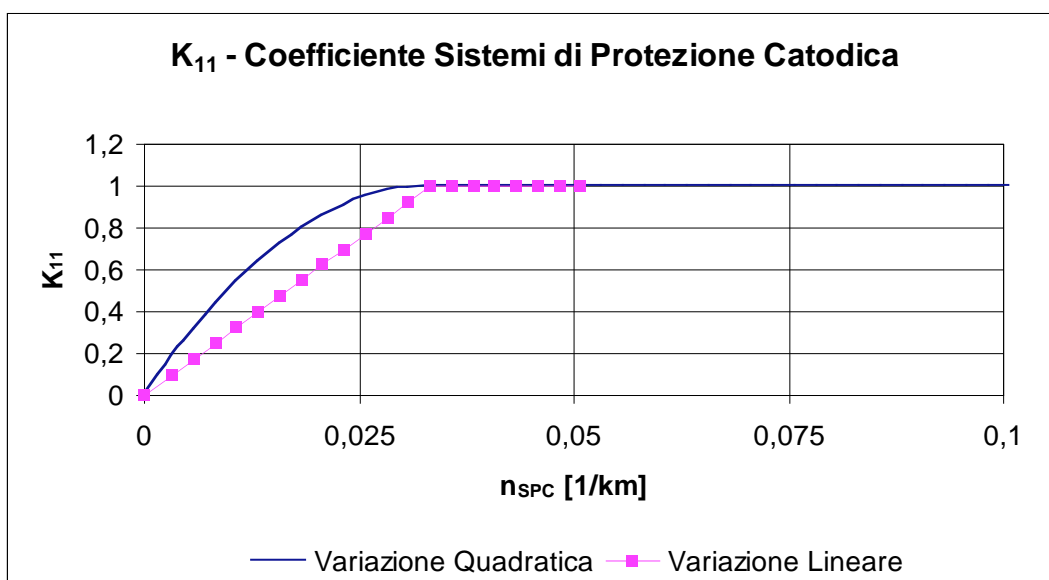
Il criterio adottato per la suddetta legge di variazione di  $K_{11}$  in funzione di  $n_{SPC}$  è il seguente:

---

<sup>3</sup> "Parag. 6.1 Numero di sistemi di protezione catodica in cui è suddivisa la rete", Linee guida Protezione catodica della rete in acciaio di trasporto gas naturale - prima edizione, pubblicata dall'UNI.

- il coefficiente  $K_{11}$  assume il valore massimo di 1 in corrispondenza di una lunghezza di 30 km di rete in acciaio;
- per lunghezze di rete maggiore al suddetto valore, il parametro diminuisce con legge quadratica annullandosi in  $n_{SPC}$  uguale a 0.

È stata scelta la legge quadratica, poiché in questo modo la variazione di  $K_{11}$  nell'intorno di  $n_{SPC} = \frac{1}{30}$  è limitata al diminuire di  $n_{SPC}$  (è stata adottata una funzione a derivata nulla in tale punto).



Come raffigurato nell'esempio del grafico precedente, la variazione quadratica dell'equazione (3) nell'intorno di  $n_{SPC} = 0,033$  è più lenta rispetto ad una variazione lineare, salvo avere una diminuzione maggiore nell'intorno di 0.

### 7.2.1.2 Coefficiente $K_{12}$ inerente i posti di misura del sistema di protezione catodica

Il coefficiente  $K_{12}$  valuta il numero di posti di misura predisposti nel sistema di protezione catodica.

In conformità alle norme UNI in vigore, la spaziatura tra due posti di misura consecutivi deve essere in ogni caso compresa entro i 3 km e minore di 1 km in aree urbanizzate.

Il coefficiente  $K_{12}$  è stato rappresentato come segue:

$$K_{12} = \begin{cases} -\frac{9}{4} \cdot n_{PM}^2 + 3 \cdot n_{PM}, & 0 \leq n_{PM} \leq \frac{2}{3} \\ 1, & n_{PM} > \frac{2}{3} \end{cases} \quad (4)$$

dove il termine  $n_{PM}$  è il numero di posti di misura per chilometri di rete in acciaio del sistema di protezione catodica, calcolato come segue:

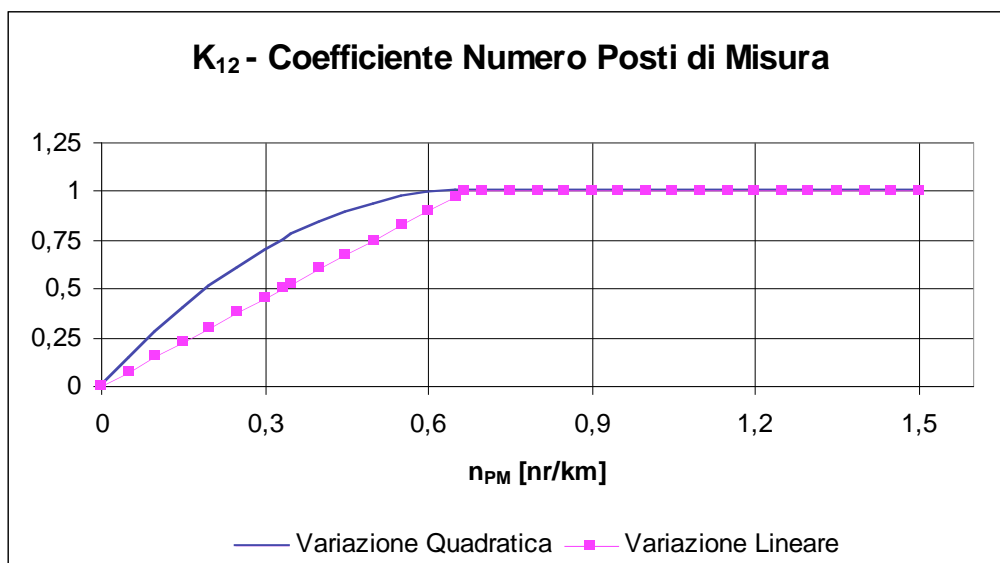
$$n_{PM} = \frac{N_{PM}}{L_{SPC}}$$

nel quale:

- $N_{PM}$  è il numero totale dei posti di misura presenti nel sistema di protezione catodica in esame;
- $L_{SPC}$  è la lunghezza in chilometri o frazione di chilometro (arrotondato al primo decimale) della rete in acciaio del sistema di protezione catodica.

Anche per questo coefficiente è stata scelta, nell'intervallo  $0 \leq n_{PM} \leq 2/3$ , la legge di variazione quadratica per contenere la diminuzione del coefficiente  $K_{12}$  almeno fino a  $n_{PM} = 1/3$ , valore per il quale il coefficiente  $K_{12}$  è uguale a 0,75 e quindi in ogni modo accettabile.

La norma prevede, infatti, che nel caso di condotte estese in lunghezza in ambito non cittadino la spaziatura dei posti di misura possa essere di 3 km.



Il grafico raffigura l'andamento del coefficiente  $K_{12}$  comparato con la legge di variazione lineare dello stesso.

### 7.3 Coefficiente $K_2$ inerente la gestione dei sistemi di protezione catodica

Il coefficiente attinente la gestione del sistema di protezione catodica  $K_2$  deve esprimere la valutazione sulla gestione e conduzione della protezione catodica, intesa come verifica dell'affidabilità e dell'efficacia del sistema di protezione catodica in esame.

Considerata la possibilità che la verifica dell'efficacia di un sistema di protezione catodica può essere assicurata per mezzo di controlli con operatori in campo o con sistemi di telesorveglianza, il calcolo del coefficiente di gestione del sistema di protezione catodica  $K_2$  deve essere eseguito con modalità differenti nei distinti casi:

$$K_2 = \begin{cases} 70 \cdot \sqrt{(K_2^{OP})^3} & \text{sistemi con operatore} \\ 70 \cdot \sqrt{(K_2^{TLS})^3} & \text{sistemi dotati di telesorveglianza} \end{cases} \quad (5)$$

I coefficienti  $K_2^{OP}$  e  $K_2^{TLS}$  sono calcolati con i criteri descritti nel paragrafo 7.3.1 e successivi e paragrafo 7.3.2.

Il peso del coefficiente  $K_2$  rispetto l'indicatore di protezione catodica  $K_T$  è valutato in circa 70 punti percentuali.

### 7.3.1 Coefficiente di gestione $K_2^{OP}$ inerente controlli con operatore in campo

Per i sistemi di protezione catodica dove i controlli sono eseguiti con operatori, i parametri di riferimento nella valutazione del coefficiente di gestione  $K_2^{OP}$  sono:

- le misure di breve durata, calcolate con il coefficiente  $K_{21}^{OP}$  ;
- le misure registrate, calcolate con il coefficiente  $K_{22}^{OP}$  .

Il coefficiente di gestione controlli con operatore  $K_2^{OP}$  è calcolato come segue:

$$K_2^{OP} = 0.3 \cdot K_{21}^{OP} + 0.7 \cdot K_{22}^{OP} \quad (6)$$

#### 7.3.1.1 Coefficiente $K_{21}^{OP}$ inerente le misure di breve durata

Per le misure di breve durata da eseguire con operatori in campo, l'appendice B della norma UNI 11094 indica il numero minimo dei posti di misura interessati dai controlli e la relativa frequenza.

Con riferimento alle indicazioni definite della norma UNI 11094, la tabella seguente riassume il numero di misure di breve durata da eseguire con operatore in campo sugli apparati e posti di misura nel corso di un anno.

I numeri delle misure di breve durata riportati nella tabella sono stati stabiliti tenendo presente il criterio che se nel corso dell'anno su uno stesso posto di misura deve essere eseguita anche la misura registrata, dal numero previsto di misure di breve durata deve essere sottratto il numero di misure registrate.

Tipologia dei posti di misura	Numero di misure di breve durata/anno (per posto di misura)
Alimentatori	11
Drenaggi (unidirezionale o misto)	11
Collegamenti a strutture di terzi	11
Incroci con altre strutture	1
Attraversamenti o parallelismi ferroviari	2
Giunti isolanti di linea aperti	1

Pertanto per ciascun sistema di protezione catodica in esame deve essere calcolato il numero minimo di misure di breve durata prescritte dalla norma UNI 11094, ( $M_{BD-UNI}^{OP}$ ).

Tale parametro è calcolato come segue<sup>4</sup>:

$$M_{BD-UNI}^{OP} = 11 \cdot N_{IPC} + 2 \cdot N_{AF} + 1 \cdot N_{ga} + 1 \cdot N_{it} \quad (7)$$

dove:

$N_{IPC}$  è il numero totale degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e degli impianti di collegamento con strutture estranee presenti nel sistema in esame;

$N_{AF}$  è il numero degli attraversamenti o parallelismi con linee ferroviarie presenti nel sistema in esame;

$N_{ga}$  è il numero di giunti isolanti aperti di linea

<sup>4</sup> si è tenuto conto delle misure registrate da effettuarsi nei medesimi posti di misura.

$N_{it}$  è il numero di incroci con strutture di terzi

Da  $N_{AF}$ ,  $N_{ga}$ ,  $N_{it}$  devono essere esclusi rispettivamente gli attraversamenti e parallelismi, i giunti isolanti aperti, gli incroci con strutture terzi sui quali sono installati impianti di protezione catodica, impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e impianti di collegamenti con strutture estranee.

E' possibile, inoltre, che sui sistemi di protezione catodica controllati con operatore in campo esistano anche singoli posti di misura dotati di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza, UNI 10950. I dati da essi forniti sono assimilabili a misure di breve durata (nel seguito saranno tenuti in considerazione anche come misure registrate), considerandoli singolarmente equivalenti a 11 misure di breve durata annue.

Definito  $P_{TLC}^{OP}$  il numero dei posti di misura dotati di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza presenti sul sistema di protezione catodica controllato con operatore, che abbiano espresso valori conformi nell'anno di riferimento o valori conformi per ogni singolo mese dell'anno di riferimento (punto 6.6.2 Linee guida Protezione catodica rete in acciaio di trasporto gas naturale), il numero di misure di breve durata equivalenti  $N_{MBD-Eq}^{OP}$  si calcola come:

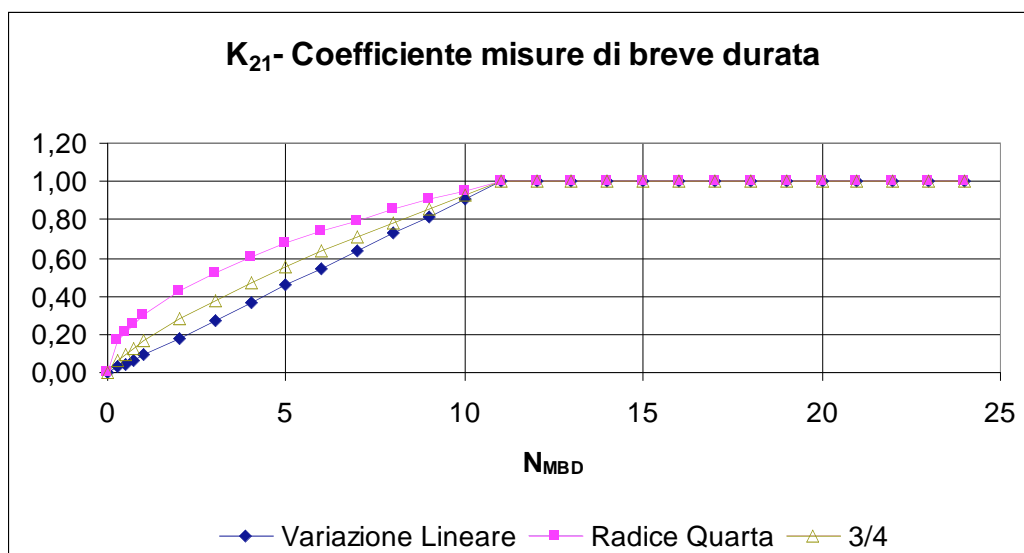
$$N_{MBD-Eq}^{OP} = N_{MBD}^{OP} + 11 \cdot P_{TLC}^{OP}$$

Il numero di misure di breve durata equivalenti  $N_{MBD-Eq}^{OP}$  è confrontato con il parametro  $M_{BD-UNI}^{OP}$  maggiorato del 15%, dal cui confronto si deduce il coefficiente  $K_{21}^{OP}$ .

Il calcolo è operato come segue:

$$K_{21}^{OP} = \sqrt[4]{\left( \frac{N_{MBD-Eq}^{OP}}{1.15 \cdot M_{BD-UNI}^{OP}} \right)^3} \quad (8)$$

in cui si utilizza la radice quarta del cubo del rapporto al fine di limitare la variazione di  $K_{21}^{OP}$  al diminuire dell'argomento della radice.



La variazione del coefficiente  $K_{21}^{OP}$  è in ogni caso limitato all'intervallo tra 0 e 1, cosicché qualora il rapporto  $\frac{N_{MBD-Eq}^{OP}}{M_{BD-UNI}^{OP}}$  superi l'unità,  $K_{21}^{OP}$ , assume in ogni caso il valore 1.

Il grafico precedente presenta il confronto tra le diverse relazioni funzionali delle misure di breve durata.

### 7.3.1.2 Coefficiente $K_{22}^{OP}$ inerente le misure registrate

Per le misure registrate da eseguire con operatore in campo, l'appendice B della norma UNI 11094 indica il numero minimo dei posti di misura interessati dai controlli e la relativa frequenza.

Il numero minimo dei punti caratteristici è uguale a 1.

Con riferimento a tale modello convenzionale, la tabella successiva riassume il numero di misure registrate da eseguire con operatore in campo sugli apparati e posti di misura nel corso dell'anno.

Tipologia dei posti di misura	Numero di misure registrate/anno (per posto di misura)
Alimentatori	1
Drenaggi (unidirezionale o misto)	1
Collegamenti a strutture di terzi	1
Punti caratteristici	2
Attraversamenti o parallelismi ferroviari	2
Giunti isolanti terminali	1
Giunti isolanti di linea aperti	1

Pertanto per ciascun sistema di protezione catodica in esame deve essere calcolato il numero di misure registrate annue previste dalla norma UNI 11094, ( $M_{R-UNI}^{OP}$ ).

Tale parametro è calcolato come segue:

$$M_{R-UNI}^{OP} = N_{IPC} + 2 \cdot N_{AF} + 2 \cdot 1 + N_{gt} + N_{ga} \quad (9)$$

dove:

$N_{IPC}$  è il numero totale degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e degli impianti di collegamenti con strutture estranee presenti nel sistema in esame;

$N_{AF}$  è numero degli attraversamenti o parallelismi con linee ferroviarie presenti nel sistema in esame;

$N_{ga}$  è il numero di giunti isolanti aperti di linea;

$N_{gt}$  è il numero di giunti isolanti terminali.

Da  $N_{AF}$ ,  $N_{ga}$ ,  $N_{gt}$  devono essere esclusi rispettivamente gli attraversamenti e parallelismi ferroviari, i giunti isolanti di linea aperti, i giunti isolanti terminali sui quali sono installati impianti di protezione catodica, impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e impianti di collegamento con strutture estranee.

Anche in questo caso si considera un'equivalenza tra i dati forniti dai singoli posti di misura dotati di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza e le misure registrate. E' ragionevole che tali dati non solo siano assimilabili a misure registrate, ma abbiano un rilievo maggiore a condizione che sia rispettato il programma di misure registrate previsto dalla norma UNI 11094. Di conseguenza il criterio da adottare è che ogni posto di misura dotato di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza sia inizialmente paragonato ad una misura registrata annua. In seguito se il numero di misure registrate equivalenti è conforme alla UNI 11094, il peso della singola misura telesegnalata, telemisurata o telesorvegliata, che abbia espresso valori conformi nell'anno di riferimento, viene portato a due.

Si farà dunque riferimento al termine  $\delta$  pari a:

$$\delta = N_{MR}^{OP} + P_{TLC}^{OP}$$

dove:

- $\delta$  è il parametro di riferimento per il calcolo delle misure registrate equivalenti nel sistema di protezione catodica controllato con operatore;
- $N_{MR}^{OP}$  è il numero di misure registrate conformi eseguite sul sistema di protezione catodica in esame;
- $P_{TLC}^{OP}$  il numero dei posti di misura dotati di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza, con misure che hanno espresso valori conformi nell'anno di riferimento o valori conformi per ogni singolo mese dell'anno di riferimento (punto 6.6.2 Linee guida Protezione catodica rete in acciaio di trasporto gas naturale), presenti sul sistema di protezione catodica controllato con operatore.

Nel caso in cui il termine  $\delta$  è minore del numero di misure registrate minimo richiesto dalla norma  $M_{R-UNI}^{OP}$ , il numero di misure registrate equivalenti, sarà pari al termine  $\delta$  stesso, diversamente se il termine  $\delta$  è maggiore o uguale ad  $M_{R-UNI}^{OP}$  allora, per il calcolo delle misure registrate equivalenti, il peso del numero dei singoli punti dotati di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza è aumentato a 2 (numero massimo previsto da UNI 11094 in un singolo posto di misura).

Indicato con  $N_{MR-Eq}^{OP}$  il numero di misure registrate equivalenti eseguite sul sistema di protezione catodica, è possibile calcolarlo come segue:

$$N_{MR-Eq}^{OP} = \begin{cases} N_{MR}^{OP} + P_{TLC}^{OP} & \text{se } \delta < M_{R-UNI}^{OP} \\ N_{MR}^{OP} + 2 \cdot P_{TLC}^{OP} & \text{se } \delta \geq M_{R-UNI}^{OP} \end{cases}$$

La componente del coefficiente  $K_{22}^{OP}$  riguardante tali misure registrate non triennali sarà indicata come  $K_{22-R}^{OP}$  e sarà calcolata come:

$$K_{22-R}^{OP} = \frac{N_{MR-Eq}^{OP}}{1.15 \cdot M_{R-UNI}^{OP}} \quad (10)$$

ed è in ogni caso limitato all'intervallo tra 0 e 1, nel senso che qualora il numero di misure registrate ecceda il 15% del numero minimo prescritto dalla norma, il coefficiente  $K_{22-R}^{OP}$  è in ogni caso limitato ad assumere un valore pari all'unità.

È previsto, inoltre, dalla norma che in tutti i posti di misura rimanenti (oltre agli impianti di protezione catodica, drenaggi unidirezionali e collegamenti con strutture estranee) sia effettuata la misura registrata ogni tre anni. In pratica si può ipotizzare che un terzo di tali punti sono sottoposti annualmente ad una misura registrata.

Tali misurazioni saranno denominate misure registrate triennali prescritte dalla norma UNI 11094 ed indicate con  $M_{RT-UNI}^{OP}$ .

Considerando le prescrizioni della norma, si è ipotizzato che nel modello di sistema di protezione catodica costituito da una lunghezza di rete di 30 km siano presenti in totale 20 posti di misura (1 posto di misura ogni 1,5 km). Di conseguenza le "misure registrate triennali" che potrebbero essere eseguite annualmente sono:



$$M_{RT-UNI}^{OP} = \begin{cases} \frac{1}{3} \cdot \left\{ f_1 - [N_{AF} + N_{IPC} + N_{ga} + N_{gt} + 1] \right\} & \text{se } \frac{1}{3} \cdot \left\{ f_1 - [N_{AF} + N_{IPC} + N_{ga} + N_{gt} + 1] \right\} > 0 \\ 1 & \text{se } \frac{1}{3} \cdot \left\{ f_1 - [N_{AF} + N_{IPC} + N_{ga} + N_{gt} + 1] \right\} \leq 0 \end{cases} \quad (11)$$

dove:

$N_{AF}$  è numero degli attraversamenti e parallelismi ferroviari presenti nel sistema in esame;

$N_{IPC}$  è il numero totale degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e degli impianti di collegamenti con strutture estranee presenti nel sistema in esame;

$N_{ga}$  è il numero di giunti isolanti aperti di linea

$N_{gt}$  è il numero di giunti isolanti terminali

Da  $N_{AF}$ ,  $N_{ga}$ ,  $N_{gt}$  devono essere esclusi rispettivamente gli attraversamenti o parallelismi ferroviari, i giunti isolanti di linea aperti, i giunti isolanti terminali sui quali sono installati impianti di protezione catodica, impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e impianti di collegamenti con strutture estranee.

$f_1$  è una funzione atta a valutare il numero dei posti di misura prescritti dalla norma (l'ipotesi è 1 ogni 1,5 km) relativi ai sistemi di protezione catodica controllati con operatore e si calcola come segue:

$$f_1 = \frac{1}{1,5} \cdot L_{SPC} \quad (12)$$

La componente del coefficiente  $K_{22}^{OP}$  concernente le misure registrate triennali sarà indicata come  $K_{22-RT}^{OP}$  e sarà calcolata come:

$$K_{22-RT}^{OP} = \left( \frac{N_{MR-T}^{OP}}{1.15 \cdot M_{RT-UNI}^{OP}} \right)^4 \quad (13)$$

dove:

$N_{MR-T}^{OP}$  è numero delle misure registrate triennali conformi attribuite all'anno di riferimento.

Tale parametro si calcola conteggiando le misure registrate triennali conformi eseguite nell'anno di riferimento.

Il coefficiente  $K_{22-RT}^{OP}$  è limitato all'intervallo tra 0 e 1, nel senso che qualora il numero di misure registrate triennali ecceda il 15% del numero minimo calcolato in base alla norma, il coefficiente  $K_{22-RT}^{OP}$  è in ogni caso limitato ad assumere un valore pari all'unità. L'elevamento alla quarta potenza del rapporto è stato previsto al fine di limitare l'influenza delle misure registrate triennali sul coefficiente  $K_{22}^{OP}$  (il rapporto è sempre minore di 1 e dunque elevandolo alla quarta potenza diminuisce ulteriormente).

Il coefficiente  $K_{22}^{OP}$  riguardante le misure registrate è calcolato come:

$$K_{22}^{OP} = 0.4 \cdot K_{22-RT}^{OP} + 0.6 \cdot K_{22-R}^{OP} \quad (14)$$

dove il peso associato alle misure registrate triennali è pari al 40% del peso totale delle misure registrate.

### 7.3.2 Coefficiente di gestione $K_2^{TLS}$ inerente i sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza

Nel caso di sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza, i parametri da tenere in considerazione per la valutazione del coefficiente di gestione  $K_2^{TLS}$  sono il numero di posti di misura telesorvegliati presenti nel sistema di protezione catodica e le eventuali misure di breve durata o misure registrate aggiuntive eseguite con operatore in campo o ricavate dal sistema di telesorveglianza stesso in quei posti di misura che hanno espresso valori conformi nel periodo di efficiente ed efficace funzionamento.

Queste ultime misure devono essere tenute in considerazione soltanto nel caso in cui il sistema di protezione catodica sia dotato di almeno il numero minimo dei posti di misura dotati di telesorveglianza previsti dalla norma UNI 11094.

Il modello convenzionale di sistema di protezione catodica, considerato nell'Appendice B della norma UNI 11094, prevede:

Numero minimo di posti di misura dotati di telesorveglianza	
Alimentatori	Tutti
Drenaggi (unidirezionale o misto)	Tutti
Punti caratteristici	n
Attraversamenti o parallelismi ferroviari	Tutti
Collegamento a strutture di terzi	Tutti

La norma UNI e le linee guida APCE<sup>3</sup>, prevedono che un sistema di protezione catodica dotato di telesorveglianza, deve comprendere, oltre agli impianti presenti e agli attraversamenti e parallelismi ferroviari, n. 1 punto caratteristico purché non coincidente con gli impianti di protezione catodica, con gli impianti di drenaggio e con gli attraversamenti e parallelismi ferroviari. Nel caso in cui in un sistema di protezione catodica siano presenti due o più posti di misura telesorvegliati, può non essere possibile l'individuazione di questo punto caratteristico supplementare. Pertanto il numero minimo di posti di misura telesorvegliati per ciascun sistema di protezione catodica può essere calcolato come:

$$PM_{TLS-UNI} = N_{IPC} + N_{AF} + n \quad (15)$$

dove:

$N_{IPC}$  è il numero totale degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) presenti nel sistema in esame e degli impianti di collegamenti a strutture di terzi;

$N_{AF}$  è numero degli attraversamenti e parallelismi con linee ferroviarie presenti nel sistema in esame;

n è normalmente uguale a 1. Può essere uguale a zero nel caso in cui non sia possibile l'individuazione di un punto caratteristico supplementare.

Da  $N_{AF}$  devono essere esclusi gli attraversamenti o parallelismi ferroviari sui quali sono installati impianti di protezione catodica, impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e impianti di collegamenti con strutture estranee.

Il coefficiente di gestione dei sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza ( $K_2^{TLS}$ ), limitato nell'intervallo tra 0 e 1, dovrà essere calcolato operando il confronto tra il numero reale di punti presenti nel sistema e il numero dei posti di misura dotati di telesorveglianza prescritti dalla norma UNI ( $PM_{TLS-UNI}$ ) maggiorato del 20% con un semplice rapporto.

<sup>3</sup> Linee guida APCE "Protezione catodica della rete in acciaio di trasporto del gas naturale"

Considerata l'eventualità di un guasto al sistema di tele sorveglianza, potrebbe essere necessario per supplire a tale inefficienza ricorrere a misure registrate conformi con operatore in campo o attingendo a misure ricavate dal sistema di tele sorveglianza in quei posti di misura che hanno espresso valori conformi nel periodo di efficiente ed efficace funzionamento. In quest'ultimo caso, se nel mese sono presenti registrazioni conformi<sup>(\*)</sup>, il criterio da adottare è di considerare una misura conforme al mese per posto di misura tele sorvegliato. Il peso di tali misure registrate  $N_{MR}^{TLS}$  è stato stimato in un quindicesimo del peso di un posto di misura dotato di tele sorveglianza, come riportato nell'equazione successiva (16).

$$K_2^{TLS} = \frac{N_{PM}^{TLS} + \frac{1}{15} \cdot N_{MR}^{TLS}}{1.2 \cdot PM_{TLS-UNI}} + f_2 \quad (16)$$

dove  $f_2$  può contribuire proporzionalmente fino ad un peso di 0,05 qualora, oltre a quelli tele sorvegliati, su tutti i posti di misura rimanenti fosse eseguita una misura di breve durata all'anno;

$f_2$  si calcola come segue:

$$f_2 = 0.05 \cdot \left( \frac{N_{MBD}^{TLS}}{M_{MBD}^{TLS}} \right) \quad (17)$$

in cui il parametro:

$$M_{MBD}^{TLS} = \begin{cases} \frac{1}{1.5} \times L_{SPC} - N_{PM}^{TLS} & \text{se } \frac{1}{1.5} \times L_{SPC} - N_{PM}^{TLS} > 0 \\ 1 & \text{se } \frac{1}{1.5} \times L_{SPC} - N_{PM}^{TLS} \leq 0 \end{cases} \quad (18)$$

rappresenta le misure di breve durata di riferimento per i sistemi di protezione catodica dotati di tele sorveglianza.

Qualora siano presenti, nel sistema di protezione catodica dotato di tele sorveglianza, anche posti di misura dotati di tele segnalazione o telemisura (UNI 10950) che abbiano espresso valori conformi nell'anno di riferimento, per ogni singolo posto di misura tele segnalato o telemisurato sono da conteggiare due misure registrate al totale del numero di misure registrate conformi ( $N_{MR}^{TLS}$ ).

(\*) Per precisare la data del rilievo (giorno.mese.anno) di queste specifiche registrazioni conformi, deve essere indicata la modalità di effettuazione della misura "non in continuo" anche se le stesse sono state acquisite da un sistema di tele sorveglianza (vedere punto 6.3.2, APCE Linee guida Protezione catodica della rete in acciaio di trasporto del gas naturale, prima edizione pubblicata dall'UNI)

## 8. Legenda simboli

$K_T$	Indicatore di protezione catodica
$K_1$	Coefficiente di progettazione del sistema di protezione catodica
$K_{11}$	Coefficiente sezionamento elettrico del sistema di protezione catodica
$K_{12}$	Coefficiente posti di misura del sistema di protezione catodica
$K_2$	Coefficiente di gestione del sistema di protezione catodica
$K_2^{OP}$	Coefficiente di gestione inerente i controlli con operatore in campo
$K_{21}^{OP}$	Coefficiente inerente le misure di breve durata (sistemi di protezione catodica controllati con operatore)
$K_{22}^{OP}$	Coefficiente inerente le misure registrate (sistemi di protezione catodica controllati con operatore)
$K_{22-R}^{OP}$	Coefficiente misure registrate non triennali (sistemi di protezione catodica controllati con operatore)
$K_{22-RT}^{OP}$	Coefficiente misure registrate triennali (sistemi di protezione catodica controllati con operatore)
$K_2^{TLS}$	Coefficiente di gestione inerente i sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza
$L_{SPC}$	Lunghezza in chilometri o frazione di chilometro (arrotondato al primo decimale) della rete in acciaio del sistema di protezione catodica in esame. La lunghezza della rete del sistema di protezione catodica deve comprendere anche i tratti di rete fuori terra.
$N_{PM}$	Numero totale dei posti di misura presenti nel sistema di protezione catodica in esame
$N_{AF}$	Numero degli attraversamenti e parallelismi con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971) presenti nel sistema di protezione catodica in esame
$N_{IPC}$	Numero degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e degli impianti di collegamenti con strutture estranee presenti nel sistema di protezione catodica in esame
$N_{MBD}^{OP}$	Numero di misure di breve durata conformi eseguite sul sistema di protezione catodica con operatore
$N_{MBD-Eq}^{OP}$	Numero di misure di breve durata equivalenti conformi eseguite sul sistema di protezione catodica con operatore
$M_{BD-UNI}^{OP}$	Numero di misure di breve durata prescritte dalla norma UNI 11094 sul sistema di protezione catodica controllato con operatore
$N_{MR}^{OP}$	Numero di misure registrate conformi (non triennali) eseguite sul sistema di protezione catodica con operatore
$N_{MR-Eq}^{OP}$	Numero di misure registrate equivalenti eseguite sul sistema di protezione catodica con operatore
$P_{TLC}^{OP}$	Eventuali posti di misura dotati di telesegnalazione, telemisura o telesorveglianza con misure che hanno espresso valori conformi nell'anno di riferimento o valori conformi per ogni singolo mese dell'anno di riferimento presenti sul sistema di protezione catodica controllato con operatore
$N_{MR-T}^{OP}$	Numero delle misure registrate triennali conformi attribuite all'anno di riferimento eseguite sul sistema di protezione catodica
$N_{PM}^{TLS}$	Numero di posti di misura dotati di telesorveglianza conformi presenti nel sistema di protezione catodica
$N_{MBD}^{TLS}$	Eventuale numero di misure di breve durata conformi eseguite con operatore nei posti di misura non inseriti nel sistema di telesorveglianza

$N_{MR}^{TLS}$	Eventuale numero di misure registrate conformi eseguite con operatore sul sistema di protezione catodica dotato di telesorveglianza in quei posti di misura che hanno espresso valori conformi nel periodo di efficiente ed efficace funzionamento oppure derivanti da posti di misura dotati di telesegnalazione o telemisura, norma UNI 10950.
$n_{SPC}$	Parametro del sezionamento elettrico della rete protetta
$n_{PM}$	Numero di posti di misura per chilometri di rete del sistema di protezione catodica
$M_{R-UNI}^{OP}$	Numero di misure registrate (non triennali) prescritte dalla norma UNI 11094 sul sistema di protezione catodica controllato con operatore
$M_{RT-UNI}^{OP}$	Numero di misure registrate triennali prescritte dalla norma UNI 11094 sul sistema di protezione catodica controllato con operatore
$PM_{TLS-UNI}$	Numero di posti di misura dotati di telesorveglianza prescritti dalla norma UNI 11094 sul sistema di protezione catodica da telesorvegliare
$N_{MR}^{TLS}$	Numero di misure registrate eseguite con operatore sul sistema di protezione catodica dotato di telesorveglianza
$M_{MBD}^{TLS}$	Misure di breve durata di riferimento per sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza
$\delta$	Parametro di riferimento per il calcolo delle misure registrate equivalenti nel sistema di protezione catodica controllato con operatore
$f_1$	Funzione atta a valutare il numero dei posti di misura prescritti dalla norma nel sistema di protezione catodica
$f_2$	Funzione atta a valutare le eventuali misure di breve durata nel sistema di protezione catodica dotato di telesorveglianza
$\Delta E$	Variazione del campo elettrico
$N_{ga}$	Numeri giunti isolanti aperti di linea
$N_{gt}$	Numeri giunti isolanti terminali
$N_{it}$	Numero incroci con altre strutture

9 Facsimile moduli dell'attestato del valore dell'indicatore di protezione catodica  $K_T$

Allegato A/OP

pag. 1 di n

ATTESTATO DEL VALORE DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA  $K_T$ . CONTROLLI ESEGUITI CON OPERATORE IN CAMPO (OP)

DATI RELATIVI ALL'IMPRESA DI TRASPORTO

Ragione Sociale \_\_\_\_\_ Codice dell'impresa di trasporto (6.1a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Codice Unità territoriale (6.1b) \_\_\_\_\_

Legenda

- $L_{SPC}$  Lunghezza della rete del sistema di protezione catodica
- $N_{PM}$  Numero totale dei posti di misura presenti nel sistema di protezione catodica
- $N_{AF}$  Numero degli attraversamenti e parallelismi con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971) presenti nel sistema di protezione catodica in esame
- $N_{IPC}$  Numero totale degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale e misto) e dei collegamenti con strutture estranee presenti nel sistema di protezione catodica
- $N_{MBD}^{OP}$  Numero di misure di breve durata conformi eseguite sul sistema di protezione catodica
- $N_{MR}^{OP}$  Numero di misure registrate conformi (non triennali) eseguite sul sistema di protezione catodica
- $N_{MR-T}^{OP}$  Numero delle misure registrate triennali conformi attribuite all'anno di riferimento
- $P_{TLS}^{OP}$  Numero di posti di misura dotati di telesegnalazione o telemisura eventualmente presenti sul sistema di protezione catodica

ATTESTATO DEL VALORE DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA  $K_T$  - CONTROLLI ESEGUITI CON OPERATORE IN CAMPO (OP)

DATI RELATIVI ALL'IMPRESA DI TRASPORTO

Ragione Sociale \_\_\_\_\_

Codice dell'impresa di trasporto (6.1a) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Codice Unità territoriale (6.1b) \_\_\_\_\_

	Parametri di calcolo del sistema di protezione catodica				Parametri di calcolo dei controlli con Operatore in campo (OP)				
Codice sistema di PC (6.4a)	$L_{SPC}$	$N_{PM}$	$N_{AF}$	$N_{IPC}$	$N_{MBD}^{OP}$	$N_{MR}^{OP}$	$N_{MR-T}^{OP}$	$P_{TLS}^{OP}$	$K_T$

Data (gg/mm/aaaa)

NOMINATIVO RESPONSABILE PROTEZIONE CATODICA

\_\_\_\_\_

**ATTESTATO DEL VALORE DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA  $K_T$ . CONTROLLI ESEGUITI CON SISTEMA DI TELESORVEGLIANZA (TLS)**

**DATI RELATIVI ALL'IMPRESA DI TRASPORTO**

Ragione Sociale \_\_\_\_\_ Codice dell'impresa di trasporto (6.1a) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Codice Unità territoriale (6.1b) \_\_\_\_\_

Legenda

- $L_{SPC}$  Lunghezza della rete del sistema di protezione catodica
- $N_{PM}$  Numero totale dei posti di misura presenti nel sistema di protezione catodica
- $N_{AF}$  Numero degli attraversamenti e parallelismi con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971) presenti nel sistema di protezione catodica in esame
- $N_{IPC}$  Numero totale degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio (unidirezionale e misto) e dei collegamenti con strutture estranee presenti nel sistema di protezione catodica
- $N_{PM}^{TLS}$  Numero di posti di misura totali dotati di telesorveglianza conformi presenti nel sistema di protezione catodica (impianti, attraversamenti ferroviari, collegamenti con terzi, punti caratteristici)
- $N_{MBD}^{TLS}$  Numero di misure di breve durata conformi eseguite con operatore nei posti di misura non inseriti nel sistema di telesorveglianza
- $N_{MR}^{TLS}$  Sommatoria del numero di misure registrate conformi eseguite con operatore sul sistema di protezione catodica dotato di telesorveglianza e/o ricavate dal sistema di telesorveglianza stesso nel periodo di efficiente ed efficace funzionamento e/o derivanti da posti di misura dotati di telesegnalazione o telemisura



**ATTESTATO DEL VALORE DELL'INDICATORE DI PROTEZIONE CATODICA  $K_T$ . CONTROLLI ESEGUITI CON SISTEMA DI TELESORVEGLIANZA (TLS)**

**DATI RELATIVI ALL'IMPRESA DI TRASPORTO**

Ragione Sociale \_\_\_\_\_ Codice dell'impresa di trasporto (6.1a) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Codice Unità territoriale (6.1b) \_\_\_\_\_

Codice sistema di PC (6.4a)	Parametri di calcolo del sistema di protezione catodica				Parametri di calcolo dei controlli con telesorveglianza (TLS)			$K_T$
	$L_{SPC}$	$N_{PM}$	$N_{AF}$	$N_{IPC}$	$N_{PM}^{TLS}$	$N_{MBD}^{TLS}$	$N_{MR}^{TLS}$	

Data (gg/mm/aaaa)

NOMINATIVO RESPONSABILE PROTEZIONE CATODICA

\_\_\_\_\_

