

INSTRUÇÃO TÉCNICA

GR.IT.GER.002 RETORNO DA CORRENTE DE TRAÇÃO, TERRAS E PROTEÇÕES PARTE 14: MANUTENÇÃO E ENSAIOS

CICLO DE PRODUÇÃO DO DOCUMENTO

ELABORAÇÃO

IPE – EEP – SNL

2015-11-18

SUPERVISÃO

IPE – EDEP - DN

APROVAÇÃO

IPE – EDEP

2016-01-24

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	6
3. ÂMBITO	6
4. DOCUMENTOS	7
5. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES.....	7
6. INTRODUÇÃO	7
7. MANUTENÇÃO DENTRO DA ZONA DE LINHA AÉREA	8
7.1. Geral.....	8
7.2. Criação de uma zona de trabalho segura.....	8
7.3. Cabo de Terra Aéreo (CDTA).....	9
7.3.1. Trabalhos no CDTA	9
7.3.2. Manutenção do CDTA	10
8. MANUTENÇÃO DO CABO DE TERRA ENTERRADO (CDTE)	10
9. CAIXAS DE IMPEDÂNCIA SINTONIZADAS.....	10
9.1. Verificação do valor da capacidade do condensador da CIS.....	10
10. MANUTENÇÃO DOS CABOS	10
11. MANUTENÇÃO DA VIA.....	11
11.1. Método 1 – Sistema de sinalização monocarril (apenas um carril disponível para a corrente de retorno de tração).....	11
11.2. Método 2 – Sistema de sinalização bicarril (ambos os carris disponíveis para a corrente de retorno de tração).....	12
11.3. Método 3 – Sistema de sinalização a 3 carris (3 carris disponíveis para a corrente de tração 12	
12. MANUTENÇÃO DAS LIGAÇÕES DE TERRA.....	13
13. MEDIÇÃO DO VALOR ÓHMICO DA RESISTÊNCIA DE TERRA.....	13
14. TESTE CC AO CDTE – RESULTADOS DAS MEDIÇÕES – CAPITULO INFORMATIVO	14
15. MEDIDA DE TENSÕES DE CONTACTO EM REGIME PERMANENTE E DE CURTO-CIRCUITO (CC).....	16

ÍNDICE DE FÍGURAS

Pág.

Figura 1 - Colocação das varas de terra que enquadram a zona de trabalhos.	9
Figura 2 - Medidas de segurança para possibilitar a remoção da via- Monocarril.....	11
Figura 3 - Medidas de segurança para possibilitar a remoção da via.	12
Figura 4 - Medidas de segurança para possibilitar a remoção da via, solução para 3 carris	13
Figura 5 - Representação esquemática da medição de injeção de corrente no circuito.	14
Figura 6 - Medições adicionais.	16

ÍNDICE DE TABELAS

Pág.

Tabela 1 - Exemplo de resultados de medição que se podem esperar.....	15
---	----

Registo e Controlo das Alterações

VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	PÁGINAS
v.01	2001-03-21	Versão inicial	Todas
v.02	2001-11-01	Versão adaptada aos comentários da REFER	Todas
v.03	2001-11-21	Idêntica à versão 002	Todas
v.04	2002-03-29	Tradução para a língua portuguesa, com incorporação de correções	Todas
v.05	2003-01-31	Revisão	Todas
v.06	2016-01-24	Revisão da Instrução Técnica para uma infraestrutura a 3 carris	Todas

Documentos Revogados

IT.GER.002 | v.05 – Parte 14

Macroprocesso de Enquadramento

IP Engenharia – Gestão de Estudos e Projetos.

Referência SAP/DMS

224 10002011161

Distribuição

Grupo IP e Externo.

1. INTRODUÇÃO

O Normativo RCT+TP é a especificação de retorno da corrente de tração, terras e proteções.

O seu principal objetivo é criar um ambiente seguro para os seres humanos e sistemas (eletrotécnicos) na vizinhança da via-férrea. Esta especificação está dividida em 15 Partes:

- Parte 1 Generalidades;
- Parte 2 Funcionamento do sistema de 25 kV;
- Parte 3 Introdução ao Sistema RCT+TP;
- Parte 4 Plena Via;
- Parte 5 Túneis;
- Parte 6 Pontes;
- Parte 7 Estruturas;
- Parte 8 Edifícios e Subestações;
- Parte 9 Áreas de Estação e Parques;
- Parte 10 Ligações Exteriores;
- Parte 11 Sinalização;
- Parte 12 Terceiros;
- Parte 13 Especificações dos Componentes;
- **Parte 14 Manutenção e Ensaios;**
- Parte 15 Regras de Projeto do Sistema RCT+TP

A Parte 14 descreve os aspetos relacionados com a Manutenção do sistema.

2. OBJETIVO

A presente Parte tem como objetivo principal descrever as principais regras de manutenção e ensaios destinados à verificação e avaliação da conformidade do sistema RCT+TP. As regras em apreço aplicam-se a instalações existentes, a instalações novas com obras em curso para posterior entrada ao serviço. Aplicam-se igualmente no âmbito da Receção Provisória de uma Obra.

3. ÂMBITO

Neste documento, descrevem-se os pontos seguintes:

1. Criação de um ambiente de trabalho seguro de acordo com o conceito de ligação à terra;
2. Metodologia de inspeção do cabo de terra enterrado (CDTE);
3. Instruções para a manutenção do cabo;
4. Manutenção da Via;
5. Manutenção das Conexões de Ligação à Terra;
6. Ensaios de tensão de contacto em Regime Permanente;
7. Ensaios de tensão de contacto em regime de Curto-circuito.

As especificações que constam da presente Parte 14 vêm acrescentar à anterior versão o conjunto de especificações necessárias a ter em consideração para a implementação do sistema numa linha a 3 carris, cujos pressupostos base foram enunciados na Parte 1 - Generalidades.

Não obstante, os requisitos específicos neste a respeitar âmbito para uma linha a 3 carris, são na generalidade semelhantes aos de uma linha a 2 carris e são quando aplicável, destacados ou referenciados no texto da Norma e remetidos, caso se justifique, para um item adicional.

Adicionalmente introduz-se uma revisão aos conteúdos da anterior versão em aspetos de natureza prática de implementação do sistema, sem no entanto alterar os seus pressupostos conceptuais de base iniciais, os quais que se mantêm nesse contexto inalterados.

Destaca-se a importância dos ensaios de conformidade de uma instalação, quer existente quer em fase prévia/antecipada relativamente a uma Entrada ao Serviço ou Receção Provisória, quer

ainda em aspetos de natureza prática associados à implementação do sistema e verificação da sua conformidade.

4. DOCUMENTOS

Os documentos de referência base utilizados para o desenvolvimento constam da parte 1 da GR.IT.GER.002 v06 e integram a seguinte informação:

- Normas internacionais aplicáveis;
- Documentos de base;
- Pressupostos base;
- Pressupostos aplicáveis a uma linha a 3 carris.

Adicionalmente encontra-se nesta data publicada a norma abaixo identificada, que complementa os conteúdos da presente Parte 14, embora os referidos conteúdos desta estejam direcionados para as áreas da Manutenção Corretiva, Preventiva, Preventiva Condicionada e Preventiva Sistemática.

- IP GR.MN.GER.003 – Manual de Manutenção do sistema RCT+TP.

5. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES

As Abreviaturas e definições utilizadas constam do ponto 4 da parte 1 desta GR.IT.GER.002 v06.

6. INTRODUÇÃO

A filosofia básica para trabalhar com segurança em instalações de Alta Tensão está descrita nas cinco regras apresentadas a seguir:

1. Separação total da instalação em questão;
2. Precauções contra uma acidental possibilidade de nova ligação;
3. Confirmação de que a instalação está completamente sem carga;
4. Precauções no que respeita à ligação à terra e aos curto-circuitos;
5. Precauções no que respeita a instalações residenciais adjacentes.

7. MANUTENÇÃO DENTRO DA ZONA DE LINHA AÉREA

7.1. Geral

Devido à natureza do sistema de catenária, é necessário, periodicamente, proceder a uma inspeção ou manutenção ligeira. Para evitar qualquer incidente, devem tomar-se precauções no que diz respeito à segurança elétrica.

7.2. Criação de uma zona de trabalho segura

É necessário criar uma zona de trabalho segura dentro do troço de catenária objeto dos trabalhos a desenvolver, utilizando para o efeito varas de terra, ligadas a ambos os carris e ao fio de contacto. Assim, deve proceder-se da seguinte forma:

1. Desligar a alimentação de energia da secção elementar (ou secções elementares) em causa;
2. Conectar a vara de ligação à terra aos carris do lado da alimentação¹;
3. Confirmar que a catenária não está alimentada;
4. Conectar a vara de terra ao fio de contacto do lado da alimentação;
5. Conectar a outra vara de terra aos carris e ao fio de contacto do outro lado da zona de trabalho;
6. Dar início às atividades.

¹ No caso de circuitos de via assimétricos, deverá ser utilizado o carril do retorno de tração para a conexão da vara de terra.

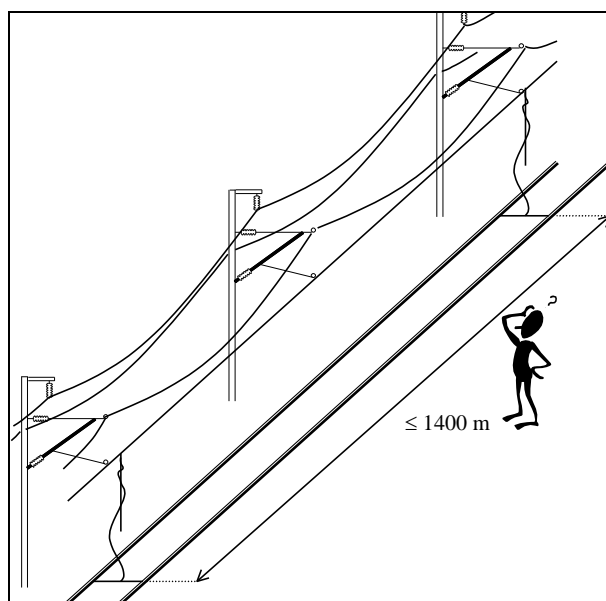


Figura 1 - Colocação das varas de terra que enquadram a zona de trabalhos.

Para evitar a ocorrência de qualquer tensão perigosa, a distância entre as duas varas de terra que cobrem a zona de trabalhos deve ser inferior a 1400 metros². Um outro requisito importante no que diz respeito à colocação das varas de terra reside no facto de que estas devem estar ao alcance da vista de quem se encontra no local de trabalho, ver Figura 1.

7.3. Cabo de Terra Aéreo (CDTA)

7.3.1. Trabalhos no CDTA

Para trabalhos no CDTA, nomeadamente de manutenção, para além dos procedimentos 1 a 5 atrás descritos, dever-se-á ainda:

1. Conectar uma vara de terra entre o CDTA e a catenária do lado da alimentação, no local onde está a vara de terra indicada em 4;
2. Conectar outra vara de terra entre o CDTA e a catenária do outro lado da zona de trabalho, no local onde está a vara de terra indicada em 5;
3. Dar início às atividades.

² A distância presentemente utilizada pelo departamento de manutenção da IP é de 1000m. Dado o requisito de “menos de 1400 m”, a distância atualmente utilizada pela IP (1000 m) obedece a esta especificação, contanto que o segundo requisito “ao alcance da vista de quem se encontra no local de trabalho” também esteja a ser respeitado.

7.3.2. Manutenção do CDTA

A inspeção visual e a manutenção preventiva do CDTA constam da Norma MT-CAT-001-01, Manual Técnico de Manutenção de Catenária.

8. MANUTENÇÃO DO CABO DE TERRA ENTERRADO (CDTE)

Devido à sua natureza, o CDTE não pode ser inspecionado visualmente. É por isso que neste capítulo se destaca a necessidade de utilização de um procedimento de inspeção, reparação e ensaio de conformidade do CDTE.

Os requisitos de inspeção, reparação e ensaio de conformidade do CDTE mencionados no parágrafo anterior são os enunciados na Norma IP GR.MN.GER.003 pelo que os mesmos deverão ser cumpridos e aplicados conforme consta da referida Norma.

9. CAIXAS DE IMPEDÂNCIA SINTONIZADAS

9.1. Verificação do valor da capacidade do condensador da CIS

Os requisitos de verificação do valor da capacidade do condensador da CIS são os enunciados na Norma IP GR.MN.GER.003 pelo que os mesmos deverão ser cumpridos e aplicados conforme consta da referida Norma.

10. MANUTENÇÃO DOS CABOS

Parte da estratégia para se obter um ambiente ferroviário seguro reside na inclusão de blindagens de cabo no sistema de retorno de tração. Fazendo parte do sistema de terra, isto implica que parte da corrente de retorno circule nas blindagens dos cabos. O corte da blindagem pode conduzir à ocorrência de tensões de valor inadmissível.

Os requisitos a considerar para o efeito, devem ser consultados na Norma IP GR.MN.GER.003 devendo ser cumpridos e aplicados conforme consta da referida Norma.

11. MANUTENÇÃO DA VIA

Permitir um modo de trabalho seguro durante as operações de manutenção da via significa que terá de ser garantida a continuidade da corrente de retorno de tração. Para o efeito deve ser efetuada uma ponte de ligação no local onde o carril for cortado.

11.1. Método 1 – Sistema de sinalização monocarril (apenas um carril disponível para a corrente de retorno de tração)

1. Antes de cortar o carril, efetuar uma ponte de ligação provisória com um cabo de cobre isolado de 70 mm², grampeada entre ambas extremidades da fila de carril a cortar;
2. Cortar e remover o carril na zona compreendida entre as extremidades da ponte de ligação provisória efetuada;
3. Após a montagem do novo troço de carril e garantida a continuidade do mesmo, remover a ponte de ligação;
4. As operações 1 a 3 devem ser executadas utilizando equipamento e luvas de trabalho isolantes.

Ver exemplo na Figura 2.

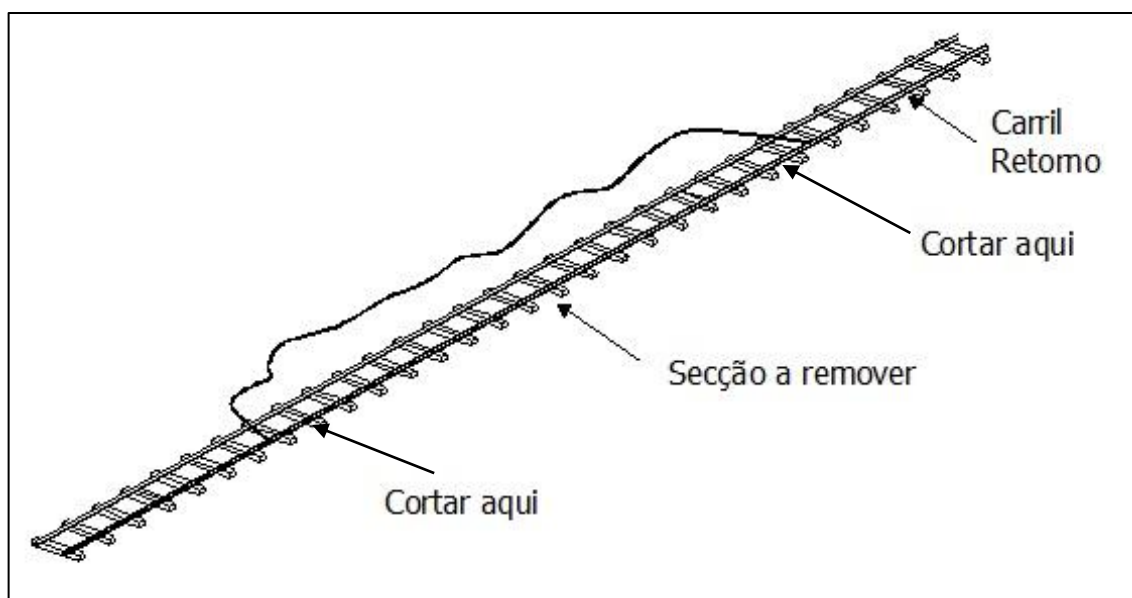


Figura 2 - Medidas de segurança para possibilitar a remoção da via- Monocarril.

Para se colocar uma nova secção de carril, seguir os passos descritos pela ordem inversa.

11.2. Método 2 – Sistema de sinalização bicarril (ambos os carris disponíveis para a corrente de retorno de tração)

1. Antes de cortar o carril, efetuar uma ponte de ligação entre carris nos locais onde vão ser efetuados os cortes através de uma ligação provisória grampeada com um cabo de cobre isolado de 70 mm²;
2. Cortar e remover o carril entre ambas as conexões;
3. Inserir a nova secção de carril;
4. Repetir os passos 1 a 3 pela ordem inversa.

Ver exemplo na Figura 3.

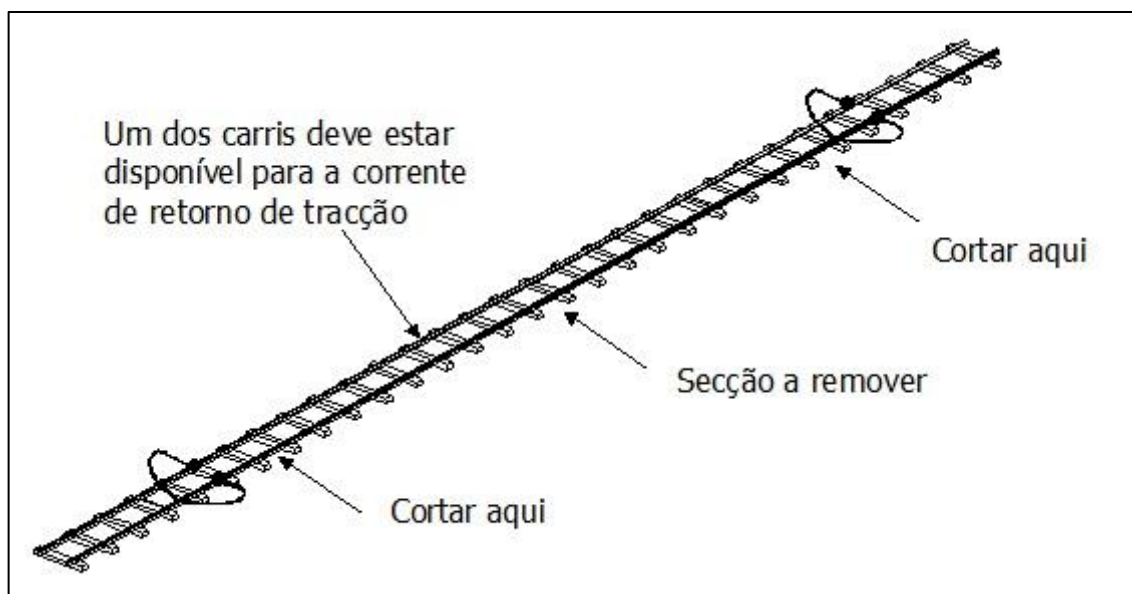


Figura 3 - Medidas de segurança para possibilitar a remoção da via.

11.3. Método 3 – Sistema de sinalização a 3 carris (3 carris disponíveis para a corrente de tração)

1. Antes de cortar o carril, efetuar duas pontes de ligação entre carris nos locais onde vão ser efetuados os cortes através de uma ligação provisória grampeada com um cabo de cobre isolado de 70 mm²;
2. Cortar e remover o carril entre ambas as conexões;
3. Inserir a nova secção de carril;

4. Repetir os passos 1 a 3 pela ordem inversa.

Ver exemplo na Figura 4.

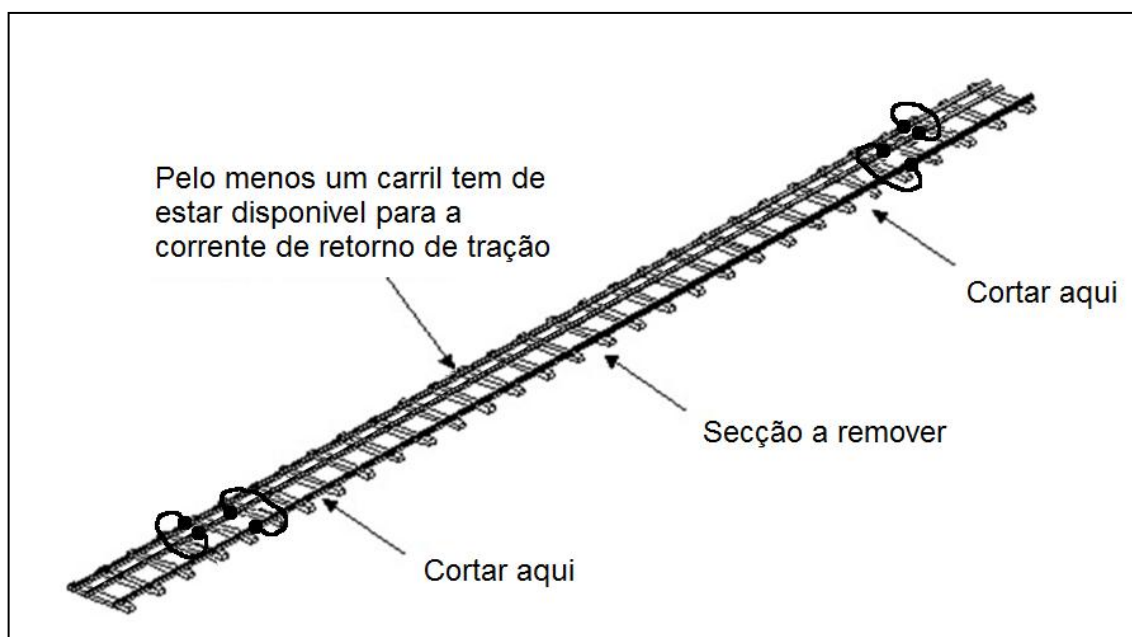


Figura 4 - Medidas de segurança para possibilitar a remoção da via, solução para 3 carris

12. MANUTENÇÃO DAS LIGAÇÕES DE TERRA

Os requisitos a considerar para o efeito, devem ser consultados na Norma IP GR.MN.GER.003 devendo ser cumpridos e aplicados conforme consta da referida Norma.

13. MEDIÇÃO DO VALOR ÓHMICO DA RESISTÊNCIA DE TERRA

Os requisitos a considerar para o efeito, devem ser consultados na Norma IP GR.MN.GER.003 devendo ser cumpridos e aplicados conforme consta da referida Norma.

14. TESTE CC AO CDTE – RESULTADOS DAS MEDIÇÕES – CAPITULO INFORMATIVO

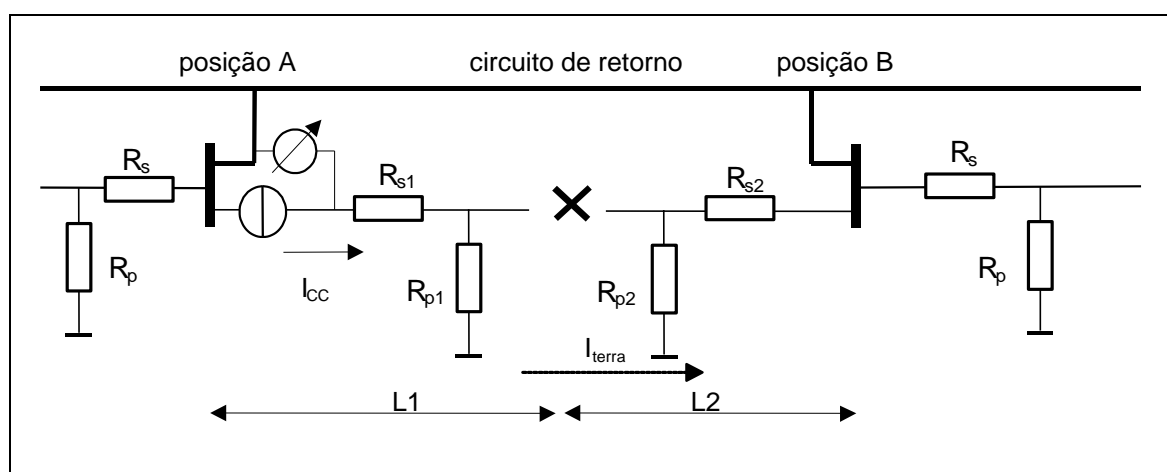


Figura 5 - Representação esquemática da medição de injeção de corrente no circuito.

O comprimento da secção do CDTE especificado neste conjunto de especificações pode variar desde uma centena de metros até 1400 metros. Consequentemente, a resistência do cabo de terra enterrado, usando como exemplo um cabo de cobre, seria no máximo, de aproximadamente $500 \text{ m}\Omega^3$. Dada a condutância do cabo relativamente ao solo, uma corrente de medição injetada apenas correrá parcialmente através do cabo de terra enterrado, uma vez que parte dessa corrente migrará para o solo, reduzindo a resistência medida (ver Figura 5).

Qualquer medição fiável no CDTE pressupõe que a resistência do solo é relativamente alta. Neste caso, a resistividade do cabo relativamente ao solo, no que diz respeito à corrente injetada, será mais alta do que a resistência do cabo. Conforme se pode ver na Tabela 1, a relação entre a resistência do cabo e a resistividade do solo tem de ser inferior a aproximadamente 1 (máx.2), para que se obtenha uma medição fiável⁴.

³ O resultado baseia-se num comprimento de 1400 m.

⁴ Se a condutância do solo, que está em paralelo com cabo de terra enterrado, é muito inferior que a condutância do próprio cabo de terra enterrado, a fiabilidade da medida diminui.

Tabela 1 - Exemplo de resultados de medição que se podem esperar.

ρ [Ohmm]	L1 [m]	L2 [m]	Rs1 [mOhm]	Rp1 [mOhm]	Rs ⁵ /Rp1	Rs2 [mOhm]	Rp2 [mOhm]	Rs/Rp2	Rs/Rp ⁶
10	100	1300	35	85	5.8	455	7	70	5.33
	400	1000	140	21	23	350	9	54	16
	700	700	245	12	41	245	12	41	20
	1000	400	350	9	54	140	21	23	16
	1300	100	455	7	70	35	85	5.8	5.33
100	100	1300	35	850	0.58	455	65	6.9	0.54
	400	1000	140	213	2.3	350	85	5.3	1.64
	700	700	245	121	4.0	245	120	4.0	2.03
	1000	400	350	85	5.3	140	213	2.3	1.64
	1300	100	455	65	6.9	35	850	0.58	0.54
330	100	1300	35	2805	0.17	455	216	2.27	0.16
	400	1000	140	701	0.70	350	281	1.75	0.50
	700	700	245	401	1.22	245	401	1.22	0.61
	1000	400	350	281	1.75	140	701	0.70	0.50
	1300	100	455	216	2.27	35	2805	0.17	0.16
1000	100	1300	35	8500	0.06	455	654	0.75	0.05
	400	1000	140	2125	0.23	350	850	0.58	0.16
	700	700	245	1214	0.40	245	1214	0.40	0.20
	1000	400	350	850	0.58	140	2125	0.23	0.16
	1300	100	455	654	0.75	35	8500	0.06	0.05

Como se pode ver na Tabela 1, para uma condutividade do solo de 10 Ω .m, as medições serão difíceis, contudo um solo com tais propriedades não existe em Portugal.

Para uma condutividade do solo superior a 330 Ω .m, as medições podem ser efetuadas num lado da secção do CDTE em teste, por exemplo no local A da Figura 5.

Para resultados menores de condutividade do solo, as medições devem ser efetuadas em ambos os locais (A e B) indicados a cinzento na Figura 5, já que não serão detetadas quebras a uma maior distância da posição de medição, devido à condutância paralela do solo.

Embora, na maioria dos casos, o CDTE seja colocado em cama de terra junto da via (onde normalmente se encontra areia com uma resistividade específica alta), conseguem-se obter

⁵ $Rs = Rs1 + Rs2$

⁶ $Rp = Rp1 + Rp2$

resultados de maior fiabilidade (no caso de baixa condutividade do solo) se forem verificadas secções mais pequenas do CDTE.

Uma possibilidade de criar (menores) secções de medição adicionais do CDTE reside na existência de caixas de inspeção adicionais utilizadas na conexão de objetos (ex. caixas de sinalização), entre as conexões transversais do sistema de terra. Nestas caixas de inspeção, o CDTE está acessível e, para a medição, pode ser efetuada uma conexão provisória (cabo de cobre isolado de 50 – 70 mm²) ao poste de catenária (ver

Figura 6).

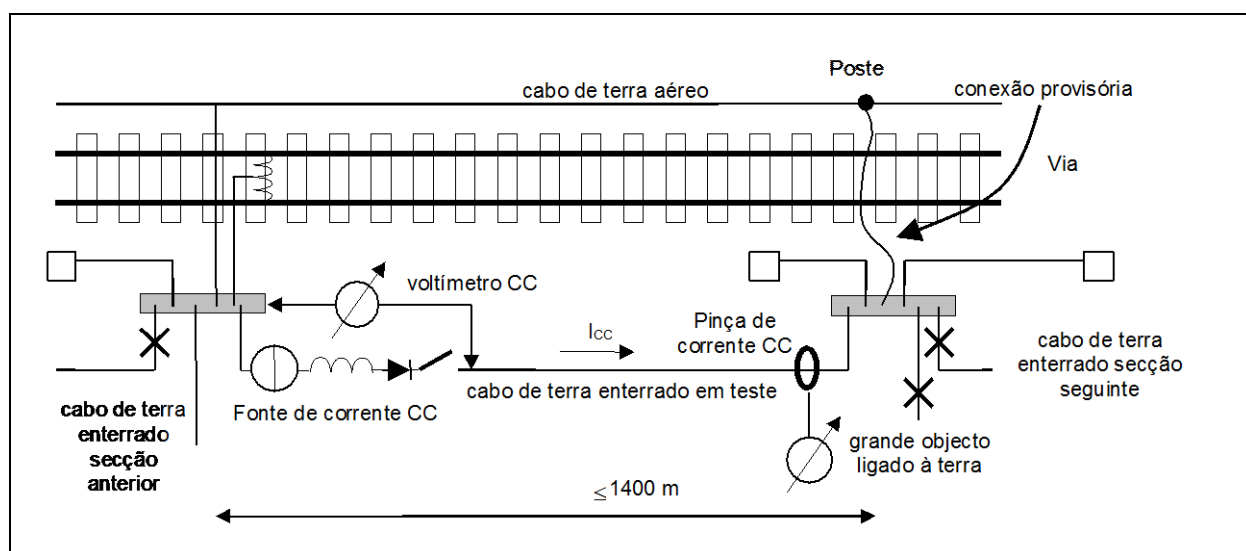


Figura 6 - Medições adicionais.

No que diz respeito ao procedimento de teste, deve seguir-se o procedimento adequado conforme IP GR.MN.GER.003.

15. MEDIDA DE TENSÕES DE CONTACTO EM REGIME PERMANENTE E DE CURTO-CIRCUITO (CC)

De acordo com o disposto na Norma EN 50122-1 a medida das tensões de contacto nas partes metálicas da Infraestrutura, direta ou indiretamente condutoras constitui um imperativo de segurança cujos limites máximos decorrem da correta implementação do sistema RCT+TP em todos os subsistemas da Infraestrutura ferroviária.

Para o efeito, uma vez implementado o sistema corretamente, as tensões de passo e contacto entre quaisquer partes da infraestrutura ferroviária estarão necessariamente dentro dos limites máximos impostos por aquela Norma Europeia.

Conforme enunciado nos pressupostos constantes da Parte 1 da presente Norma, o valor máximo em regime permanente não poderá ultrapassar os 60 V RMS. Em regime de curto-circuito esse valor não poderá exceder 785 V caso o intervalo de disparo do disjuntor da subestação seja de 100ms.

Com vista a avaliar o cumprimento e conformidade da instalação, esses limites terão de ser cumpridos após a implementação do projeto no terreno, pelo que o seu cumprimento terá de ser considerado e avaliado no âmbito dos ensaios de colocação ao serviço de uma instalação e medidos as várias situações de tensão de contacto associadas, quer em regime permanente quer em regime de CC.

Tendo em conta a necessidade do cumprimento do disposto na ETI de Energia, nomeadamente na Norma EN 50388, os valores de corrente de tração ou potência máxima em MVA do material circulante a considerar num ensaio de validação da conformidade do regime permanente, terão de enquadrar-se no regime para o qual a linha ou troço objeto de obra foi considerado.

As cadeias de medida destinadas a avaliar esses parâmetros nos vários regimes de funcionamento referidos, deverão ser efetuadas por Laboratório Certificado competente, munido dos meios de equipamento necessários para o efeito.

Num regime de CC, deverá sempre ser medida a corrente de curto-circuito em simultâneo com as tensões de contacto associadas nomeadamente entre partes da infraestrutura localizadas dentro da Zona de Contacto.

No regime permanente a cadeia de medida a usar poderá ser a mesma para as tensões de contacto a medir, embora se deva contemporaneamente medir a corrente de tração associada ao regime em causa.

Para a elaboração deste ensaio deve ser apresentado planeamento indicando os locais e condições de ensaios para os quais os referidos ensaios serão elaborados.



Co-financiamento da União Europeia
Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T)

*A presente publicação é da exclusiva
responsabilidade do autor. A União Europeia não
se responsabiliza pela eventual utilização das
informações nela contida.*

