

RELATÓRIO DE ESTÁGIO



Programa Operacional Ciência e Inovação 2010
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



Manutenção / Conservação de Catenária



FEUP
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia



Nelson Dias Vieira

621.3(047.3)/
LEEC
2006/VIEn
Vol.1

Porto, Setembro 2006

RELATÓRIO DE ESTÁGIO



Programa Operacional Ciência e Inovação 2010

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



Manutenção / Conservação de Catenária



FEUP
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia



Nelson Dias Vieira

Porto, Setembro 2006

Manutenção/Conservação de Catenária

Estagiário:

Nome: Nelson Dias Vieira

Morada: Rua Principal nº31 - Resouro 2435-690 Urqueira - Ourém

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Ramo Sistemas de Energia.

Orientador da FEUP:

Nome: Prof. Dr. José Eduardo Roque Neves dos Santos

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Secção de Energia.

Orientador da REFER:

Nome: Eng.º Joaquim José Proença Bidarra

Zona Operacional de Conservação do Porto

Núcleo de Catenária.

Local do Estágio:

Núcleo de Catenária da Zona Operacional de Conservação do Porto "ZOCP"

Morada: Rua do Pinheiro – 4300 221 Campanhã - Porto

621.316(7.3)/LCCC 2006/VSen vol 1

Faculté de Sciences	
N° 105304	
CDU	
Date	24 02 10



I - Agradecimentos

O estágio só foi possível graças à ajuda e colaboração de diversas pessoas, sem as quais não teria o sucesso pretendido. Gostaria de agradecer nomeadamente às seguintes entidades e pessoas:

- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, por me ter facultado a oportunidade de estagiar.

- Ao Prof. Dr. Neves dos Santos, por ter sido o meu orientador de estágio e pelo apoio permanente.

- Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP, por ter facultado as condições e disponibilidade para realizar o estágio.

- Ao Eng. Fernando Pereira por ter aceite o meu pedido de estágio.

- Ao Eng. Joaquim Bidarra por ter sido meu orientador na "REFER, EP", e me ter acompanhado durante todo o estágio.

- Aos colaboradores do Núcleo de Catenária da "ZOC", nomeadamente ao Sr. Alves Borrego e ao Sr. Domingos Silva, por terem a disponibilidade de me prestarem todo apoio e tempo para qualquer esclarecimento.

- Às restantes pessoas, que me apoiaram e ajudaram e em especial à minha família e amigos, pelo apoio demonstrado.

A todos muito obrigado.





II - Sumário

O presente relatório faz parte integrante do Estágio Curricular efectuado em parceria com a disciplina de "Projecto, Seminário ou Trabalho Final de Curso" (PSTFC), do 5º ano da Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Sistemas de Energia, o estágio teve a duração de seis meses.

Tem como objectivo a descrição dos trabalhos realizados durante o estágio curricular efectuado ao longo do semestre no Núcleo de Catenária da Zona Operacional de Conservação do Porto (ZOC) da Rede Ferroviária Nacional "REFER, EP".

O relatório incide essencialmente na apresentação da constituição dos elementos da catenária e medidas a adoptar nas acções de manutenção/conservação.

Encontra-se dividido da seguinte forma:

- Apresentação dos conceitos básicos, equipamentos que constituem as linhas e procedimentos de segurança.
- Identificação e levantamento de necessidades da montagem do cabo de terra e substituição de isoladores.
- Programação de um plano de manutenção
- Programação física de uma acção de manutenção
- Renumeração de postes de catenária

Para a realização deste trabalho foi necessário adquirir conhecimentos básicos, dos elementos constituintes da rede bem como toda a regulamentação, este documento aplica-se às instalações de linhas aéreas para tracção eléctrica ferroviária de 25kV, 50Hz.

O estágio teve além dos objectivos mencionados anteriormente também a integração no mundo do trabalho, enriquecimento do conhecimento e modos de trabalho.





III - Abreviaturas / siglas e Definições

AMV	Aparelho de Mudança de Via
AT	Aparelho Tensor
CDT	Corte de Tensão
CDTA	Cabo de Terra Aéreo
CDTE	Cabo de Terra Enterrado
CS	Cabo de Suporte
D	Disjuntor
F	Flecha
FC	Fio de Contacto
FUN	Funicular
I	Interruptor
IET 77	Normas e Procedimentos de Segurança em Trabalhos de Infraestruturas
L	Vão de Catenária
LCS	Linha de Contacto Simples
OS	Ordem de Serviço
OST	Ordem Semanal de trabalhos
P	Paralelo
PATE	Pedido Antecipado de Trabalho Extraordinário
PCL	Posto de Comando Local
PCT	Posto Central de Telecomando
PI	Passagem Inferior
POCM	Planeamento Operacional da Direcção de Conservação e Manutenção
PN	Passagem de Nível
PS	Passagem Superior
RGS IX	Regulamento Geral de Segurança IX
SLA	Seccionador de Laminas de Ar
SS	Posto de Subseccionamento
SP	Posto de Seccionamento e Paralelo
SSP	Posto de Subseccionamento e Paralelo
TI	Transversal Inferior
TS	Transversal Superior
VA	Via Ascendente
VCC	Veículo de Conservação de Catenária





VD	Via Descendente
ZC	Zona Comum
ZM	Zona Marítima
ZN	Zona Neutra
ZT	Zona Terrestre

Definições:

Apoio de Catenária - elemento de linha aérea de tracção destinado a suportar catenárias, cabos de terra, feeders e isoladores.

Cabo de Terra - condutor que liga entre si e a terra (ou aos carris) vários apoios de catenária.

Catenária – é uma instalação aérea e fixa, que tem como principal função o transporte de energia eléctrica aos receptores (unidades motoras e transformadores). A instalação é formada por um ou mais fios de contacto e um ou mais condutores longitudinais que suportam mecanicamente estes. Consideram-se englobadas nesta designação as linhas aéreas constituídas apenas por fio de contacto.

Catenária Principal – são geralmente as catenárias de linhas principais de circulação e, excepcionalmente as catenárias de linhas secundárias, quando estas ligadas permanentemente à catenária da referida linha principal. Qualquer intervenção nas mesmas implica a actuação e/ou supervisão do Posto Central de Telecomando (PCT).

Catenária Secundária – sempre que a tensão possa ser ligada ou desligada no local, sem intervenção do Posto Central de Telecomando a catenária diz-se secundária. Neste grupo incluem-se algumas linhas de resguardo, as linhas de cais em estações, as linhas de serviço de depósitos e oficinas, ramais particulares e linhas de formação. A sua alimentação faz-se em geral a partir da catenária principal contígua.

Circuito de Retorno – o retorno da corrente de tracção às subestações de tracção é garantido pelo caminho de rolamento carril e pela terra. A continuidade deste circuito deve ser permanentemente assegurada.

Comprimento do Vão – distância medida sobre o eixo do traçado da via férrea entre dois apoios de catenária consecutivos.





Condutor Compensado – condutor cuja força de tracção mecânica é mantida constante numa certa gama de temperatura ambiente por meio de equipamentos tensores.

Continuidade Longitudinal – ligação entre os troços a montante e jusante do seccionamento.

Eléctrodo de Terra – conjunto de materiais condutores enterrados destinados a assegurar boa ligação eléctrica com a terra e ligado num único ponto (ligador do eléctrodo) ao condutor de terra.

Equipamento de Suspensão de Catenária – equipamento fixo a um ou a dois apoios de catenária e destinado a suportar uma ou mais catenárias.

Feeder – linha aérea ou subterrânea electricamente isolada da catenária, que pode ser ligada à mesma através do equipamento eléctrico conveniente.

Fio de Contacto – linha aérea constituída por um condutor de cobre electrolítico no qual o pantógrafo se apoia para captar a corrente.

Flecha de um Condutor ou de um Cabo Terra – distância entre o ponto do condutor ou do cabo de terra onde a tangente é paralela à recta que passa nos pontos de fixação e a intersecção da vertical desse ponto com essa recta suposto o condutor ou o cabo de terra não desviados pelo vento.

Força de Ruptura de um Condutor ou Cabo de Terra – força de ruptura estipulada para efeitos de recepção.

Força Máxima de Tracção – maior força de tracção que numa linha aérea pode existir no condutor ou no cabo de terra na hipótese de cálculo mais desfavorável e que se verifica no ponto de fixação de cota mais elevada.

Força de Compensação – força de tracção que é mantida constante numa certa gama de temperaturas nos condutores compensados.

Implantação do Maciço – distância medida na horizontal entre o eixo da cavidade e a face do carril mais próximo do poste.





Implantação do Poste – distância medida na horizontal entre a aba do poste mais próxima do carril e a face do carril mais próximo do poste.

Interruptor – aparelho de manobra destinado a estabelecer, suportar e interromper a corrente eléctrica nas condições normais do circuito, incluindo condições determinadas de sobrecarga, assim como suportar por um período determinado correntes em condições transitórias, tais como correntes de arranque. Pode também ser previsto para estabelecer, mas não para cortar automaticamente, correntes anormalmente elevadas, tais como correntes de curto-circuito. Trata-se de um aparelho de corte sem qualquer protecção.

Lanço – extensão de catenária entre duas amarrações consecutivas.

Linha Aérea – linha eléctrica em que os condutores são mantidos a uma altura conveniente acima do solo.

Linha aérea de Tracção Eléctrica – linha aérea destinada ao transporte de energia para a tracção eléctrica cuja tensão nominal é a das unidades motoras eléctricas.

Linha Subterrânea – linha eléctrica constituída por cabos isolados de tipo apropriado, enterrada no solo ou instalada em galerias, em túneis ou em caleiras.

Massa – qualquer elemento condutor susceptível de ser tocado directamente, em regra isolado das partes activas de um material ou aparelho eléctrico, mas podendo ficar acidentalmente sob tensão.

Nivelamento – a distância medida na vertical entre o topo do maciço e um plano de referência. O nivelamento considera-se negativo quando o topo de maciço estiver abaixo do plano de referência e positivo no caso contrário.

Obras de Arte – designação genérica para pontes, viadutos, passagens superiores ou qualquer estrutura existente construída sobre o caminho-de-ferro.

Paralelismo – posição relativa de uma linha eléctrica com outra canalização eléctrica ou não num troço de aproximação quando a variação de afastamento entre elas não exceder 5% da média dos valores extremos desse afastamento.

Paralelo Transversal – ligação entre os troços de catenárias de vias múltiplas, via A e D de uma via dupla.







Sector Auxiliar – é o conjunto de subsectores compreendidos entre um posto de ramal e o fim de linha electrificada do ramal.

Subsector – é o troço de catenária compreendido entre dois Postos de Catenária consecutivos ou entre uma subestação e o posto de catenária adjacente ou ainda entre um posto de catenária e o fim de linha electrificada.

Subestação de Tracção – Instalação destinada à alimentação em energia eléctrica das catenárias, criteriosamente localizadas ao longo da via. Estas subestações estão ligadas directamente a subestações da Rede Primária do País, em níveis de tensão de Alta Tensão e Muito Alta Tensão, transformando-a em 25 kV.

Tensão mais elevada da rede – tensão mais elevada que aparece num instante e num ponto qualquer da rede nas condições normais de exploração entre a instalação e o condutor de retorno.

Tensão mais elevada do material – tensão entre a instalação e o condutor de retorno, para o qual o material circulante é especificado em termos de isolamento e outras características.

Tensão (mecânica) máxima de tracção – quociente entre a força máxima de tracção e a secção efectiva do condutor ou cabo de terra.

Tensão nominal de uma linha – tensão pela qual a linha é designada e em relação à qual são definidas as suas características.

Terras distintas – circuitos de terra suficientemente afastados para que o potencial de um deles não sofra uma variação superior a 5% do que experimenta o do outro quando este último é percorrido por uma corrente eléctrica.

Vão – distância entre dois apoios de catenária consecutivos.

Vizinhança de uma linha aérea – proximidade, sem cruzamento nem travessia, de uma catenária com outra canalização eléctrica ou não, com uma via pública ou particular, em condições tais que por acidente os elementos de uma delas possam atingir os elementos da outra ou afectar a sua segurança.





FEUP

Relatório de Estágio

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto "FEUP"

Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP – "ZOC Porto"

Manutenção/Conservação de Catenária



Vizinhança de uma linha subterrânea – proximidade, sem cruzamento nem travessia, de uma linha subterrânea com outra canalização eléctrica ou não, em condições tais que, por acidente, os elementos de uma delas possam afectar a segurança de qualquer delas.

Zona de serviço ferroviário – terreno do domínio público ferroviário ou terreno de propriedade de concessionária de exploração ferroviária afecto a esse serviço nunca superior à resultante de distância de 2,5 m ao carril exterior das vias do caminho-de-ferro.

Zona de influência de uma terra – área dentro da qual o potencial do solo sofre uma variação superior a 5% do que experimenta o eléctrodo de terra respectivo quando percorrido por uma corrente eléctrica.





1 - Introdução	1
2 - Composição da catenária	3
2.1 - Catenária.....	3
2.2 - Características mecânicas.....	4
2.3 - Características eléctricas	13
3 - Condições de segurança	29
3.1 - Terra de segurança para trabalhos	29
3.2 - Normas e procedimentos de segurança em trabalhos de infra-estruturas	29
3.3 - Medidas a adoptar para realizar um corte de tensão.....	33
4 - Trabalhos práticos realizados.....	34
4.1 - Elaboração do estudo para a montagem do cabo de terra aéreo	34
4.2 - Substituição de isoladores	35
4.3 - Plano de manutenção	36
4.4 - Programação física da acção de manutenção	40
4.5 - Renumeração de postes	42
4.6 - Acompanhamento de trabalhos no terreno.....	44
5 - Conclusão.....	48
6 - Referências bibliográficas	49



**V - índice de Figuras e Tabelas**

Figura 1 - Mapa dos Limites Geográficos da ZOCP	2
Figura 2 - Constituição da catenária	3
Figura 3 - Feeder montado em postes de catenária.....	4
Figura 4 - Linha de contacto simples.....	5
Figura 5- Aparelho tensor.....	6
Figura 6 - Desalinhamento em recta	7
Figura 7 - Desalinhamento em curva	7
Figura 8 - Ponto fixo do antideslizamento	8
Figura 9 - Apoio em plena via	10
Figura 10 -Apoios em estações - Pórtico rígido.....	11
Figura 11 - Apoios em estações - Pórtico flexível	11
Figura 12 -Consola para plataformas altas e consola dupla	12
Figura 13 - Continuidade longitudinal e paralelo transversal.....	14
Figura 14 - Seccionamento de lâmina de ar.....	14
Figura 15 - Passagem numa zona neutra com disjuntor ligado	15
Figura 16 - Zona Neutra Convencional.....	16
Figura 17 - Zona Neutra com Isoladores de Secção.....	16
Figura 18 - Zona Neutra Seccionada.....	16
Figura 19 - Shunt de continuidade.....	18
Figura 20 - Shunt de equipotencial.....	18
Figura 21 - Isolador poluído	19
Figura 22 - Isolador de secção.....	20
Figura 23 - Painéis de protecção verticais	20
Figura 24 - Tipos de Corte de Tensão	21
Figura 25 - Interruptor e caixa de comando	23
Figura 26 - Seccionador telecomandado	24
Figura 27 - Esquema longitudinal	25
Figura 28 - Simbologia utilizada nos esquemas	26
Figura 29 - Posto de Barramento	28
Figura 30 - Vara de terra.....	29
Figura 31 - Via dupla electrificada em plena via.....	32
Figura 32 - Via dupla electrificada em plataformas de estação	32



Figura 33 - 1ª manutenção	36
Figura 34 - Ciclos de manutenção	36
Figura 35 - Fluxograma do troço definido.....	37
Figura 36 - Fluxograma duma Ordem Semanal de Serviço.....	41
Figura 37 - Chapas de numeração e avisadora de "Perigo de Morte"	42
Figura 38 - Chapas de numeração e avisadora de "Perigo de Morte" para postes limites	43
Figura 39 - Chapas de numeração e avisadora de "Perigo de Morte" para seccionadores	43
Figura 40 - Equipamentos utilizados para inspeções	44
Figura 41 - Fluxograma duma Intervenção Extraordinária.....	45
Figura 42 - Efeitos após uma ocorrência externa (corte de árvores)	46
Figura 43 - Efeitos nos equipamentos após más condições atmosféricas.....	47
Tabela 1 - Vão máximos em curva.....	9
Tabela 2 - Distâncias de Segurança e Zonas de Risco	31
Tabela 3 - Mapa de Manutenção	38





1 - Introdução

Actualmente torna-se necessário adequar a rede ferroviária às novas tecnologias e prepará-la para o futuro e para as novas realidades. Com o aumento do número de passageiros e de locomotivas, torna-se necessário aumentar para além da comodidade a qualidade de serviço, para tal é necessário ter uma infraestrutura com grande fiabilidade.

Sabendo que o acréscimo do trânsito ferroviário (aumento do número de passagens de pantógrafos, acelera o desgaste do fio de contacto) provoca um aumento do risco de anomalias, é necessário que existam acções de manutenção/conservação cíclicas (plano de manutenção).

Estas operações têm como função assegurar um bom funcionamento, diminuindo as ocorrências e aumentando o ciclo de vida de todo o equipamento.

Durante o estágio tive a oportunidade de conhecer a estrutura da especialidade de catenária, efectuei várias visitas ao terreno, acompanhando diversas operações de manutenção correctiva, conservação e inspecções à catenária.





FEUP

Relatório de Estágio

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto "FEUP"

Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP – "ZOC Porto"

Manutenção/Conservação de Catenária



Empresa

Zona Operacional de Conservação do Porto "ZOC" é parte integrante de Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP, com sede na Rua do Pinheiro nº86, 4300-221 Porto-Campanhã.

A ZOC tem como função a conservação e manutenção das linhas ferroviárias da Zona Norte, entende uma área definida por várias linhas (Linha do Norte, Linha do Douro, Linha do Minho, Linha de Guimarães, Linha de Leixões e Concordância de São Gemil, Ramal de Braga).

O núcleo de catenária abrange toda a área electrificada, sendo na Linha do Norte entre Ovar e Porto - Campanhã, na Linha do Douro entre Ermesinde e Caíde, na Linha do Minho entre Porto - São Bento e Nine, Ramal de Braga entre Nine e Braga, Linha de Guimarães entre Lousado e Guimarães, Linha de Leixões entre Contumil e Leixões e Concordância de São Gemil entre Ermesinde e São Gemil.

- CATENÁRIA -

Área Geográfica de Catenária da ZOC Porto

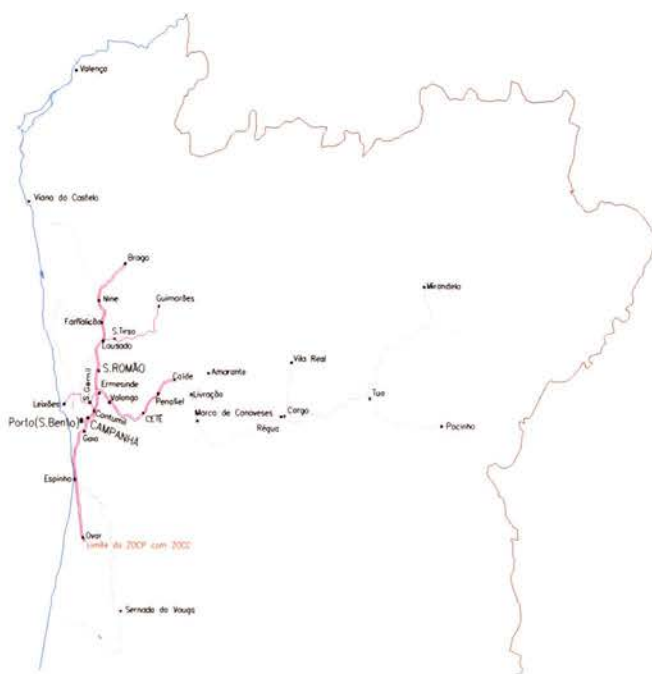


Figura 1 - Mapa dos Limites Geográficos da ZOC



2 - Composição da catenária

2.1 - Catenária

Instalação aérea que tem como função principal o transporte de energia aos receptores. O grau de exigência ferroviário, a importância da via e as condições de exploração pretendidas são os principais factores que condicionam o tipo de catenária a optar na fase de projecto.

Segundo o RGS IX, consideram-se catenárias principais quando se torna necessário a intervenção do Posto Central de Telecomando para cortar ou restabelecer a tensão, são geralmente as catenárias de linhas de circulação (vias gerais) e excepcionalmente linhas de resguardo, quando ligadas permanentemente à catenária da referida linha de circulação.

Catenárias secundárias, sempre que a tensão possa ser ligada ou desligada no local, sem interferência do Posto Central de Telecomando, alimentadas em geral através da catenária principal vizinha, incluem-se nestas as linhas de resguardo, linhas de cais de estações, linhas de oficinas, ramais particulares e linhas de formação. Em linhas onde se realizem cargas e descargas a alimentação é feita através dum seccionador com talão de ligação à terra.

2.1.1 - Constituição

A catenária é constituída por um cabo de suporte (CS) em bronze de 65 mm² de secção, com 60% de condutibilidade em relação à do cobre padrão, constituído por 19 fios de bronze, enrolados em hélice, sendo a primeira camada constituída por sete fios e uma outra por doze fios enrolados em sentido inverso. E por um fio de contacto (FC) de cobre ranhurado de 107 mm² de secção, com 98% de condutibilidade, este é ranhurado para sua fixação através de "griffes".

O fio de contacto é suspenso através de pêndulos ao cabo de suporte, estes são constituídos por cabo de bronze de 12 mm² em novas electrificações, a distância máxima entre dois pêndulos consecutivos é de 9 m nas vias principais e 12 m nas vias secundárias, a distância entre o FC e CS nos pêndulos depende do tipo de montagem.

O peso médio do conjunto desta catenária é de 1,6 kg/m.



Figura 2 - Constituição da catenária



Feeders, eventualmente existentes para alimentação de determinadas extensões de catenária, são cabos destinados a estabelecer ligações eléctricas independentes da catenária, sempre que possível são montados nos postes de catenária por intermédio de postaletes fixos no topo do poste (e de uma consola onde este é seguro), quando possível são montados do lado oposto à via, constituídos por cabo de cobre de 150 mm² de secção para grandes comprimentos, e por cabo de cobre de 95 mm² para curtas distâncias.



Figura 3 - Feeder montado em postes de catenária

2.2 - Características mecânicas

2.2.1 - Catenária compensada

Devido à variação da temperatura torna-se necessário a montagem de equipamentos tensores. Os lanços de catenária variam de comprimento até um máximo de 1500 metros, comprimento admitido pela infra-estrutura para uma temperatura máxima de 60°C.

Os vários tipos de catenária compensada existentes são:

- Catenária LP1, para velocidades até 120 km/h, com uma força tensora aplicada ao CS e FC de 980 daN.
- Catenária LP2, para velocidades até 140 km/h, semelhante à do tipo LP1, mas equipadas com suspensão em "Y" nos apoios.
- Catenária LP3, para velocidades até 160 km/h, semelhante à do tipo LP2, mas as consolas são equipadas com braços de chamada mais compridos o que permite uma maior sobrelevação do FC.
- Catenária LP4, para velocidades até 200 km/h, com uma força tensora do CS e FC de 1176 daN.
- Catenária LP5, para velocidades até 220 km/h, semelhante à do tipo LP4, com consolas equipadas com braços de chamada curvos o que permitem ainda maior sobrelevação do FC.

A montagem em "Y", consiste em eliminar possíveis pontos fixos nos apoios e criar uma maior flexibilidade, esta montagem actualmente foi eliminada.

Em novas montagens serão apenas utilizadas catenárias do tipo LP1 para velocidades iguais ou inferiores a 120 km/h, LP4 para velocidades superiores a 120 km/h sem ultrapassar 200 km/h e LP5 para velocidades entre 200 e 220 km/h.

Catenária com fio contacto compensado, para velocidades até 100 km/h, existem ainda alguns troços equipados com esta catenária, onde apenas o fio de contacto é mantido com uma força tensora constante com a temperatura, sendo o cabo de suporte fixo e montado com uma força tensora de 980 daN a 20°C. De futuro apenas será utilizado em alterações a essas instalações, quando não for economicamente justificável a alteração para compensada.

2.2.2 - Catenária não compensada

Este tipo de montagem admite lanços de catenária até 2000 metros com amarrações fixas. Este tipo de catenária só é montada nas linhas secundárias e ramais particulares devido há velocidades máxima admitida de exploração (60 Km/h). Este tipo de catenária, pelo facto de não ser compensada, a variação da temperatura provoca dilatações e contracções, onde se reflecte nas tensões mecânicas nos condutores. Face a esta variação existe uma tabela de regulação em função do vão médio e a temperatura.

Um deste tipo é a linha de contacto simples (LCS), para linhas onde as velocidades não ultrapassem os 40 km/h, constituída por um fio de contacto de cobre de 107 mm², traccionado a 800 daN à temperatura de 20°C.

Esta linha pode ser traccionada com uma força de 980 daN, quando constituir a continuação de uma catenária não compensada cujo cabo de suporte é amarrado no início da zona de instalação da LCS. Utiliza-se em linhas de mercadorias, oficinas e parques, tendo vãos máximos de 31,5 m.



Figura 4 - Linha de contacto simples



Catenária Aligeirada pode ser utilizado tanto como compensada como não compensada, é constituída por fio de contacto de 107 mm^2 de secção. Apenas será utilizada na electrificação de ramais industriais de comprimento superior a 1 km.

Para velocidades até 40 km/h, o fio de contacto é não compensado, sendo montado com uma força tensora de 980 daN à temperatura de 20°C .

Para velocidades até 90 km/h, o fio de contacto é compensado com uma força tensora de 1470 daN, entre as temperaturas de -5°C e 75°C .

2.2.3 - Aparelhos tensores

Com as variações de temperatura os condutores dilatam, o que implica variação da tensão mecânica aplicada, sendo necessário que a tensão mecânica se mantenha constante qualquer que seja a temperatura, para tal esta diz-se Catenária Compensada.

O cabo de suporte e o fio de contacto são submetidos a uma tensão mecânica que se mantém constante por meio de aparelhos tensores.

A deslocação da catenária varia, no sentido do aparelho tensor ou em sentido inverso, para que tal não seja dificultada utilizam-se consolas e tirantes articulados, estas articulações são efectuadas através de ferragens própria entre o poste e os isoladores, nos pórticos flexíveis utilizam-se roldanas apenas em cabo de suporte compensado, à excepção das suspensões adjacentes ao antideslizamento ou amarração fixa, onde é fixa.

Para que os condutores tenham a tensão mecânica pretendida, na extremidade de cada lanço tem que estar amarrados num ponto fixo ou por intermédio de um aparelho tensor.

Os aparelhos tensores (para regularização da tensão mecânica) são colocados nos postes de amarração, a fim de diminuir o número de contrapesos, estes efectuam uma desmultiplicação da tensão mecânica com um coeficiente de desmultiplicação de 1/5.

Os contrapesos podem ser de 40 kg ou 20 kg, num destes, são montadas duas argolas, que deslizam em dois tubos guia fixos ao poste, para que estes mantenham a sua posição.



Figura 5- Aparelho tensor

2.2.4 - Desalinhamentos

Existe a necessidade em recta de desalinhamento do fio do contacto, caso não existisse a escova do pantógrafo fazia o desgaste no mesmo ponto. O desgaste da escova nessa zona seria elevado e poderia deformar-se, a captação de energia seria defeituosa. Para evitar este inconveniente, o fio de contacto é deslocado em cada apoio, para um e outro lado do eixo da via um máximo de 20 cm.

No caso de via dupla, dois postes colocados frente a frente, são sempre equipados com antibalançantes trabalhando um à tracção (força exercida no sentido poste-via) e outro à compressão (força exercida no sentido via-poste) este tem um maior comprimento que o montado a tracção, para evitar a presença de dois antibalançantes compridos, e reduzir perigosamente a distância de segurança que deve separar duas instalações, fazendo parte de duas secções elementares diferentes.

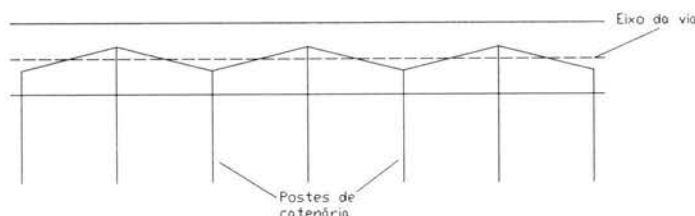


Figura 6 - Desalinhamento em recta

Em curvas, o centro da escova, do pantógrafo descreve uma curva idêntica à descrita pela via, circulando no eixo da via. O fio de contacto é rectilíneo entre dois pontos de suspensão, representando portanto os lados de um polígono inscrito na curva. À catenária constituída por este princípio chama-se "catenária poligonal", o desalinhamento em relação ao eixo da via nos apoios é no máximo de 25 cm para o lado do apoio a fim de evitar um elevado desalinhamento a meio vão do fio de contacto (máximo de 20 cm para o centro da curva, este desalinhamento a meio vão deve ser tanto menor quanto possível, o ideal será de 0 cm).

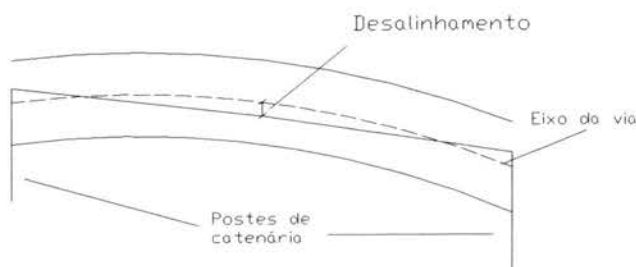


Figura 7 - Desalinhamento em curva

2.2.5 - Antideslizamentos

Designa-se por Lanço a extensão de catenária entre duas amarrações consecutivas, estes não devem exceder 1500 m, a distância máxima do antideslizamento à amarração compensada é de 750 m, que só é montado quando o lanço é compensado dos dois lados.

Com a passagem do pantógrafo das locomotivas e automotoras eléctricas, este pode provocar um deslocamento do fio de contacto devido ao varrimento do pantógrafo.

Também se monta o antideslizamento para imobilizar o lanço de catenária, quando da regulação dos aparelhos tensores.

Em consolas a imobilização do CS é feita num ponto a meio do lanço antideslizamento, por meio de um cabo de bronze de 65 mm² ligados nos postes adjacentes, a tensão mecânica do cabo do antideslizamento será igual à do CS,

Nos pórticos flexíveis, os lanços devem ser imobilizados da mesma forma que nas consolas, caso não seja possível o CS deverá ser amarrado à transversal superior do pórtico. A tensão mecânica do cabo do antideslizamento será igual à do CS.

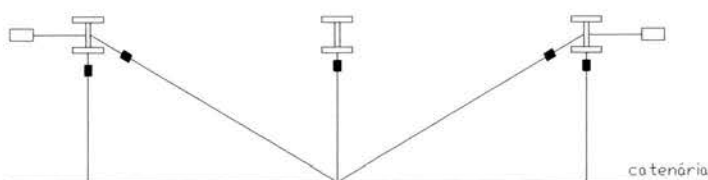


Figura 8 - Ponto fixo do antideslizamento

2.2.6 - Zonas comuns

Tem como principal objectivo a separação mecânica entre dois lanços consecutivos, estas são electricamente contínuas e para que não haja descontinuidade da captação de corrente ou perda de contacto aerodinâmico por parte dos pantógrafos, são montados paralelamente, a uma distância de 20 cm, ao longo de um ou dois vãos.

Na zona central do vão os FC dos dois lanços estão à mesma altura, isto é o pantógrafo está em contacto com os dois lanços ao mesmo tempo, a partir desta zona cada catenária será elevada para a respectiva amarração.

Os dois lanços estão em contacto permanente através de ligações de continuidade eléctrica.



2.2.7 - Implantação de postes

Designa-se por implantação do poste, a distância medida na horizontal entre a face do carril mais próximo do poste e a face do poste mais próxima da via.

Em vias principais esta distância terá valores normalmente entre 2,15 a 2,4 m, poderão ser aumentadas ou diminuídas consoante a via, o valor mínimo admitido, por razões de piquetagem é de 1,8 m.

Nas linhas secundárias, fora das zonas de manobra a implementação normal é de 1,8 m admitindo 1,5 m por razões particulares, nas zonas de manobra (próximo de AMV's de comando manual), a distância mínima será de 2 m.

2.2.8 - Tipo de postes

Os postes de suporte do equipamento aéreo são vigas HE, galvanizadas a quente, em geral encastradas em maciços. Existem diversos perfis de vigas, a sua escolha depende do esforço a que está sujeito, quando o tipo mais forte da gama é insuficiente, juntam-se dois postes ligados por meio de travessas ficando geminadas. Os postes encastrados em maciços terão alturas normalizadas com intervalos de 40 cm a partir de 8 m.

2.2.9 - Vãos

Entende-se por vão à distância entre apoios consecutivos, onde o máximo é de 63 m e verifica-se em alinhamento recto, em curva estes valores dependem do raio destas, tendo valores tanto menores quanto menor for o raio da curva.

$R \geq 1\,845\text{ m}$	$L = 63\text{ m}^{(*)}$
$1\,845 > R \geq 1\,445\text{ m}$	$L = 58,5\text{ m}^{(*)}$
$1\,445 > R \geq 1\,125\text{ m}$	$L = 54\text{ m}$
$1\,125 > R \geq 875\text{ m}$	$L = 49,5\text{ m}$
$875 > R \geq 675\text{ m}$	$L = 45\text{ m}$
$675 > R \geq 525\text{ m}$	$L = 40,5\text{ m}$
$525 > R \geq 375\text{ m}$	$L = 36\text{ m}$
$375 > R \geq 275\text{ m}$	$L = 31,5\text{ m}$
$275 > R \geq 205\text{ m}$	$L = 27\text{ m}$

(*) Reduzir para 54 m em zonas ventosas

Tabela 1 - Vãos máximos em curva

2.2.10 - Apoios para plena via

Os apoios deverão ser sempre que possível independentes para cada via, para o caso da existência duma avaria numa das vias não interfira com as restantes, em casos particulares de piquetagem podem ser utilizados postes para duas vias, apenas numa entrevia entre linhas secundárias admite-se a montagem de um poste com uma consola para cada uma das vias, desde que pertençam à mesma secção elementar. A "distribuição" dos postes ao longo da via tem que ter em conta vários condicionantes entre as quais piquetagem, o desalinhamento, raio das curvas entre outros.

O cabo de suporte da catenária está suspenso ao poste por meio duma consola e um tirante, ambos isolados por intermédio de isoladores.

A abertura da catenária (distância entre fio contacto e cabo de suporte), é de 1,4 m a 1,6 m nas electrificações existentes, sendo 1,40 m em novas electrificações, em obras de arte a abertura pode ser reduzida dependendo do tipo de catenária utilizado.

A altura do fio contacto é aproximadamente de 5,5 m a 5,75 m, tendo um limite máximo de 6,5 m, e um mínimo de 4,76 m, acresce a este o valor da tolerância da via e da catenária que eleva para um mínimo de 4,79 m.

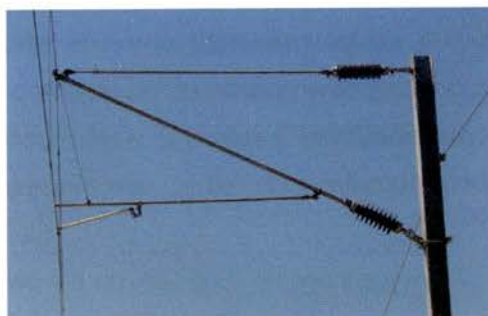


Figura 9 - Apoio em plena via

2.2.11 - Apoios para estações

Em certos casos onde não seja possível a colocação de postes com consola devido a não respeitar as distâncias mínimas, ou onde existam mais de duas vias, torna-se necessário implementar pórticos, podendo estes ser rígidos ou flexíveis.

Os pórticos rígidos são colocados em locais onde a velocidade praticada seja superior a 200 km/h, (em substituição de pórticos flexíveis), são constituídos por uma viga que se apoia nos postes. As catenárias são suportadas por consolas montadas em postaletes fixos superiormente à viga.



Figura 10 - Apoios em estações - Pórtico rígido

Os pórticos flexíveis são constituídos por postes de ambos os lados das vias, entre os quais são colocados um "conjunto" de cabos. Estes dividem-se em três sendo um o funicular (FUN), cabo superior que suporta todas as cargas verticais, uma transversal superior (T.S.) onde suspende o cabo de suporte, e numa transversal inferior (T.I.) que através dos braços de chamada mantém o fio de contacto no desalinhamento pretendido.

A separação eléctrica entre estes e os postes é efectuada através de isoladores, bem como a separação de secções elementares. Os fios de contacto situados no mesmo pórtico ficam todos ao mesmo nível de altura.

Os pórticos flexíveis dividem-se em três tipos de montagem.

- Tipo A – o funicular e transversal superior estão ligados à terra, estando a transversal inferior à tensão da rede.
- Tipo B – apenas o funicular está ligado à terra, estando as transversais ao nível de tensão da rede.
- Tipo C – o funicular e as transversais estão todos ao mesmo nível de tensão da rede.



Figura 11 - Apoios em estações - Pórtico flexível

Para garantir o desalinhamento da catenária em casos específicos admite-se a montagem de postes de rappel, que não tem como função suporte de catenária, mas apenas introduzir desalinhamento, estes não deveram ser utilizados em plena via.

2.2.12 - Consolas

São constituídas por tirante, tubo de consola, antibalançante e braço de chamada.

O tubo de consola é fixo ao poste através dum isolador e ferragens apropriada, é constituído por tubo em aço galvanizado de 40x49 ou 30x38, consoante os esforços a que está sujeito.

O tirante pode ser em cabo de bronze de 65 mm² de secção ou em tubo de aço sem costura 19x26, em que numa das extremidade é fixo ao poste através dum isolador, na outra extremidade existe uma peça que liga este à consola, e que permite a fixação do cabo de suporte através duma pinça.

Os antibalançantes são constituídos em tubo de aço sem costura, de 24x32 ou 34x42 para catenárias do tipo LP1 a LP4, de 30x38 ou 40x49 para catenárias LP5.

O braço de chamada é constituído em tubo de alumínio-magnésio, com diâmetro de 25x30 para catenárias do tipo LP1 e LP2, de 25x30 para catenárias LP3 e LP4, para catenárias do tipo LP5 será curvo e construído em tubo de 25x30.

Existem diversos tipos de consolas, podendo ser:

- **Plataformas altas**, é constituída por uma consola horizontal em tubo e um tirante inclinado em tubo ou cabo que suportam o CS, o FC é fixo por meio de um antibalançante isolado e um braço de chamada. O antibalançante é fixo ao poste por meio de alongas apropriadas.
- **Abertura reduzida**, quando existe uma passagem superior que obrigue a montagem da catenária a uma abertura reduzida (mínimo de 31 cm a 46 cm) dependendo do tipo de catenária utilizado, o vão máximo é de 36 m.
- **Consolas duplas ou triplas**, nas zonas comuns e seccionamentos de lâminas de ar, os postes serão equipados com duas consolas distanciados de 1 m, em AMV poderá ser utilizado duas consolas, ou três consolas distanciadas de 0,7 m, onde a consola do meio é centrada com poste.



Figura 12 -Consola para plataformas altas e consola dupla



2.2.13 - Identificação de postes de catenária

Normalmente a numeração atribuída aos postes de catenárias principais é feita pela indicação do quilómetro em que se encontram, seguido do número de ordem do referido poste dentro do quilómetro no sentido crescente de quilometragem.

Em via dupla os postes referidos são diferenciados em relação às vias ascendentes e descendente, da seguinte forma:

- Números de ordem ímpares para os postes situados do lado da via ascendente.
- Números de ordem pares para os postes situados do lado da via descendente.

No caso de via múltipla adoptar-se-ão os seguintes critérios:

- Caso de pórticos, dois postes, a identificação dos postes segue a regra geral.
- Caso de consolas, com independência de catenárias, a identificação dos postes segue a regra geral, sendo a dos postes intermédios acrescida da designação da via a que diz respeito.
- Caso de consolas, sem independência total de catenárias, a identificação dos postes segue a regra geral para os postes extremos. O poste intermédio será acrescido das designações das vias a que respeita.

A numeração dada aos postes de catenária secundárias é adequada a cada estação podendo ser utilizados algarismos e/ou letras.

2.3 - Características eléctricas

2.3.1 - Seccionamento de lâmina de ar

Tem como principal função a separação eléctrica e mecânica, entre duas catenárias consecutivas. É utilizado essencialmente por razões de exploração eléctrica e ferroviária e em alguns casos de conservação, os lanços são montados paralelamente, afastados 40 cm garantindo o isolamento eléctrico entre catenárias.

Para assegurar acções de conservação/manutenção e minimizar as perturbações em caso de avaria, a catenária é seccionada de modo a permitir isolar troços, consoante a dimensão da avaria.

Quando existe mais que uma via, as ligações entre elas serão sempre seccionadas, geralmente através de isoladores de secção. Sendo a catenária seccionada em vários pontos, é necessário efectuar a ligação eléctrica entre cada troço, as operações a realizar para esse efeito são:

- Continuidade Longitudinal – ligação entre troços a montante e a jusante do seccionamento, na mesma via.
- Paralelo Transversal – ligação entre os troços de catenária de vias múltiplas, (via "A" e "D" duma via dupla).

Estas operações são realizadas por seccionadores, interruptores ou Disjuntores, sendo que quando são montados disjuntores ou interruptores estes são sempre enquadrados entre seccionadores, para permitir a fácil manutenção dos mesmos.



Figura 13 - Continuidade longitudinal e paralelo transversal

Neste caso apenas existe continuidade eléctrica entre os dois lanços de catenária quando o respectivo aparelho de corte estiver fechado.

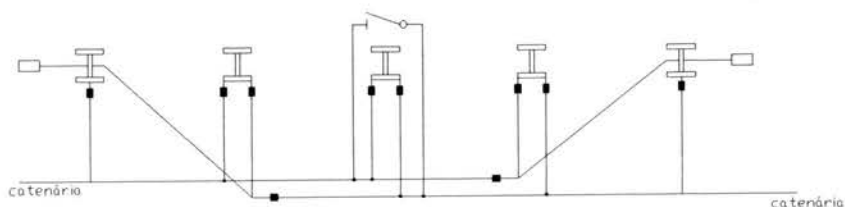


Figura 14 - Seccionamento de lâmina de ar

2.3.2 - Zonas neutras

Pequena extensão de catenária não alimentada electricamente. Entre duas subestações, existe sempre uma zona neutra. Estas são montadas para fazer a separação eléctrica entre duas saídas duma subestação ou de subestações diferentes, devido à diferença de fases, motivada pelo facto dos transformadores não estarem todos ligados à mesma fase do sistema eléctrico de alimentação da subestação de tracção.

A regulação será efectuada de forma a que as zonas de transição permitam a passagem aerodinâmica do pantógrafo de um lanço para o outro em boas condições, sem qualquer imposição de ordem mecânica.

São montados seccionadores de socorro normalmente telecomandado para o caso de uma circulação ficar retida nesta zona, ter a possibilidade de colocar tensão na zona neutra e libertar as circulações, após desligar uma das duas saídas de subestação consecutiva.

As locomotivas devem atravessar este troço de catenária com o disjuntor de alimentação da unidade motora desligado, por forma a que não se estabeleça um arco eléctrico entre a zona alimentada e a zona neutra.

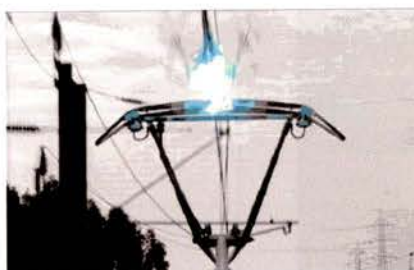


Figura 15 - Passagem numa zona neutra com disjuntor ligado

Junto a cada zona neutra existe um conjunto de sinais que apenas têm significado para circulações eléctricas, indicando ao maquinista as operações que deve efectuar à sua passagem.

Existem três tipos de zonas neutras instaladas:

2.3.2.1 - Zona neutra convencional - em cada uma das extremidades existe um seccionamento de lâmina de ar (duas catenárias em paralelo com seccionadores de socorro, que no estado normal se encontram abertos), cada pantógrafo toca em simultâneo nas duas catenárias sendo uma a da zona neutra e a outra alimentada por uma subestação.

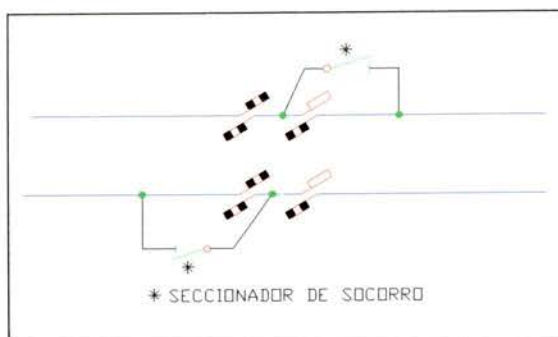


Figura 16 - Zona Neutra Convencional

2.3.2.2 - Zona neutra com isoladores de secção - este tipo de construção é realizada através da montagem de dois isoladores de secção distanciados de 30 m e simetricamente montados em relação a um poste central, em pontos de desalinhamento nulo tendo uma construção mais simples que a convencional.

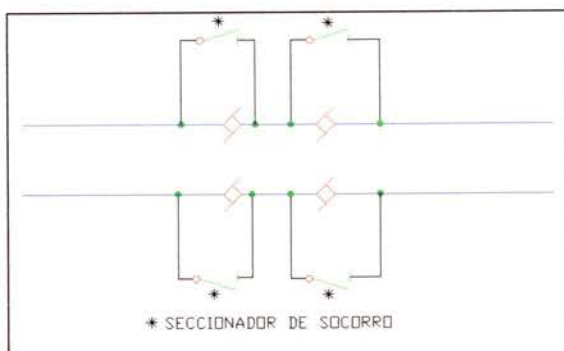


Figura 17 - Zona Neutra com Isoladores de Secção.

2.3.2.3 - Zona neutra seccionada - consiste em dois troços de catenária isolados, descentrados e paralelos, permitindo velocidades até 220 km/h. Deve obrigatoriamente ser montada em alinhamento recto.

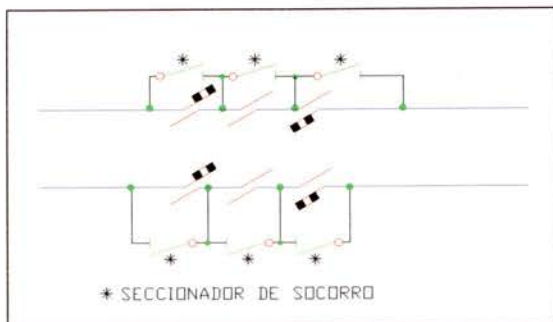


Figura 18 - Zona Neutra Seccionada



2.3.3 - Ligações à terra

Todos os postes serão ligados à terra, sendo esta ligação através do sistema de terras tradicional e ou sistema de terras universal.

As ligações à terra tem como objectivo o retorno de tracção bem como a segurança das pessoas e das instalações, obtendo uma área segura no que diz respeito às tensões de contacto, tanto para os passageiros como para quem trabalha na via.

O cabo de terra é montado com uma força tensora de 294 daN à temperatura de 20°C sem vento, e de modo que à temperatura de 50°C sem vento (flecha máxima), fique a uma distância de 0,5 m de sinais, barreiras de PN e edifícios.

A distância horizontal do cabo a edifícios e barracas/contentores de PN não será inferior a 1m, quando este atravessa uma via não electrificada a sua distância mínima vertical aos carris é de 6 m, nas condições de flecha máxima. (a 50°C sem vento), quando atravessa uma via electrificada a sua distância vertical mínima à catenária é de 0,8 m nas condições de flecha máxima, os postes que enquadram a travessia devem ser reforçados.

2.3.3.1 - Sistema de terras tradicional

Em linhas principais e secundárias com circuitos de via, a ligação dos postes à terra será feita através de um cabo de alumínio-aço de 93 mm² de secção, este será ligado a eléctrodos de terra (tendo uma resistência de contacto máxima de 20Ω).

Entre duas ligações consecutivas à terra é montado um isolamento intermédio no cabo de terra, de modo a que a distância do isolamento à baixada de terra não ultrapasse 500 m, (evitando grandes comprimentos, o que levava a resistências mais elevadas). Nos postes com seccionadores telecomandados, aparelhos de corte ou equipados com transformadores de tensão, o cabo de terra passará isolado, tendo este uma baixada específica e um eléctrodo de terra independente (com uma resistência de contacto máxima de 1Ω). Os postes equipados com seccionador de terra também serão ligados a um eléctrodo de terra próprio.

2.3.3.2 - Sistema de terras universal

Este sistema consiste na montagem do cabo de terra aéreo (CDTA) em alumínio-aço de 93 mm² de secção, e no cabo de terra enterrado (CDTE) em cobre de 48 mm² ambos electricamente contínuos, interligados por ligações regulares (LEAE) entre o CDTA e o CDTE e ligações entre ambos e a via (LTI). Tanto o CDTA como o CDTE tem a função de retorno de tracção e a protecção das pessoas, o CDTA liga todos os postes entre si. Neste sistema o CDTE é utilizado por todas as especialidades para a ligação dos seus equipamentos à terra.

2.3.4 - Circuito de retorno

Nas linhas electrificadas onde esteja a circular composições eléctricas ou existam equipamentos alimentados pela catenária, sempre que seja necessário cortar o carril ou interromper a continuidade, deve ligar-se um condutor de 70 mm² (cabo de cobre isolado) em cada extremidade do carril, a fim de evitar a interrupção do circuito de retorno, e a possibilidade de ocorrerem acidentes (podendo ficar a carril ao potencial da catenária), devido aos transformadores ficarem em circuito aberto. Em via dupla quando o comprimento da fracção de carril a substituir for elevada, a ligação eléctrica efectua-se ao carril de terra da via colateral.

2.3.5 - Ligações eléctricas

- **Shunt de continuidade**, que consiste em duas ligações em cabo flexível de cobre de 95 mm² de secção, que garante a continuidade entre lanços de catenária consecutivos (zonas comuns), ou em aparelhos de mudança de via (AMV'S) em que é feita apenas por uma ligação neste mesmo cabo.

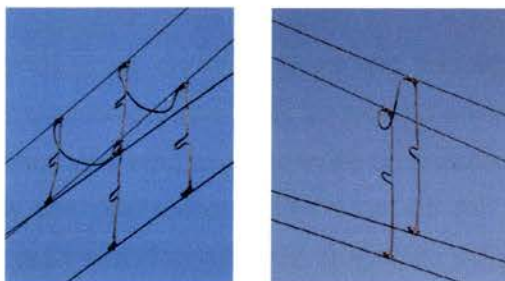


Figura 19 - Shunt de continuidade

- **Shunt equipotencial**, que consiste numa ligação entre o FC e CS em cabo flexível de cobre de 70 mm² de secção que garante o mesmo potencial entre o dois condutores ou na equipotencialização entre a catenária geral e uma amarração contigua.

Em todos os casos, as ligações entre os diferentes cabos interessados são asseguradas por peças de aperto mecânico.

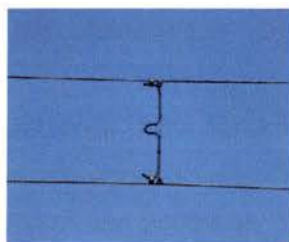


Figura 20 - Shunt de equipotencial

2.3.6 - Isolamento eléctrico

As partes em tensão são isoladas da terra por isoladores de porcelana, com núcleo maciço e com várias saias, estes podem ser do tipo normal (Zona Terrestre) ou do tipo Poluído (Zona Marítima). Os isoladores de Zona Marítima são utilizados em zonas húmidas ou poluídas e em qualquer caso em apoio sob obra de arte. As diferenças entre os isoladores de ZT e ZM, é que o isolador de ZM tem maior linha de fuga, consequentemente mais saias.

Um isolador poluído perde parte das suas propriedades isolantes, devendo ser limpo. Serão também colocados junto do poste, afastando-os do eixo da via, para evitar os fumos deixadas por exemplo pelas locomotivas a diesel, reduzindo a necessidade duma conservação exhaustiva.



Figura 21 - Isolador poluído

Em zonas críticas onde os actos de vandalismo são frequentes ou próximo das PS os isoladores cerâmicos são substituídos por isoladores de material sintético.

Nas estações o isolamento deve estar junto ao limite da plataforma para evitar que existam partes em tensão próximas dos passageiros (mínimo de 4,5 m). Quando existe poste com consola normal ou postes para plataformas altas, a ligação ao poste é feita por meio de alongas que, terão comprimentos de 0,6 m ou 0,9 m, conforme as situações. No caso de pórticos o isolamento é feito também na limite das plataformas.

2.3.7 - Isoladores de secção

Para que exista uma separação eléctrica entre secções elementares, uma das formas é utilizar isoladores de secção, principalmente em locais onde a montagem de SLA's não é possível (ex. AMV), estes também são utilizados por razões de exploração ferroviária e de conservação.

Utilizam-se essencialmente em diagonais, para separar electricamente as linhas principais nas linhas secundárias, em estações, ou onde a velocidade permitida seja compatível, são montados em vãos não superiores a 54 m, em pontos de desalinhamento nulo.

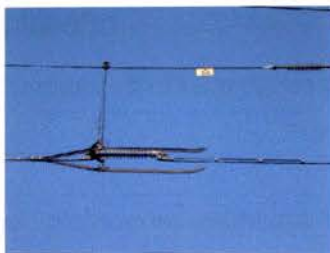


Figura 22 - Isolador de secção

2.3.7.1 - Identificação dos isoladores de secção

A identificação dos isoladores de secção transversais será correspondente aos aparelhos de via a que estão associados.

Os isoladores de secção longitudinais devem estar sempre associados a postes limite, no caso de vias secundárias, quando tal for possível, serão identificados por intermédio de um número a partir de 80, dentro do sector onde estão montados, o qual não pode repetir-se.

2.3.8 - Distâncias de isolamento

As distâncias mínimas entre as partes em tensão de 25 kV e as partes ligadas à terra são:

Para situações estáticas (permanentes), 27 cm em zonas sem poluição (ZI) e 32 cm em zonas com poluição (ZM).

Para situações dinâmicas (instantâneas), 17 cm em zonas sem poluição (ZI) e 22 cm em zonas com poluição (ZM).

Nas passagens superiores serão montados dispositivos (painéis) que impeçam contactos acidentais com partes em tensão eléctrica, tanto quanto possível impeçam o vandalismo sobre o equipamento aéreo de tracção eléctrica. Estes painéis deverão ser verticais, quando tal não for possível serão oblíquos e fixos às faces da obra.



Figura 23 - Painéis de protecção vertical

2.3.9 - Tipos de corte de tensão

Os diversos tipos de corte podem ser devido a causas externas ou por acções programadas, podendo ser:

- **Automático**, por actuação das protecções existentes nas Subestações, este resulta da actuação das protecções associadas aos disjuntores (Desarme da protecção).
- **Propositado**, por iniciativa ou acordo do (PCT) Posto Central de Telecomando, podem ainda dividir-se em:
 - **Urgente**, verifica-se em situações de perigo ou risco de acidente, resulta dum PATE (Pedido Antecipado do Trabalho Extraordinário).
 - **Não Urgente**, podendo estes ser:
 - **Previsto** quando programados em Ordem Semanal de Trabalhos (OST).
 - **Imprevisto** quando não tenham sido programados em Ordem Semanal de Trabalho, e por necessidade extrema se tenha que efectuar, por razões segurança das circulações ou instalações ou ainda no caso de cortes de tensão de muito rápida duração para trabalhos breves. Este, quando necessários para a realização de trabalhos, será elaborado um Pedido Antecipado de Trabalho Extraordinário (PATE).

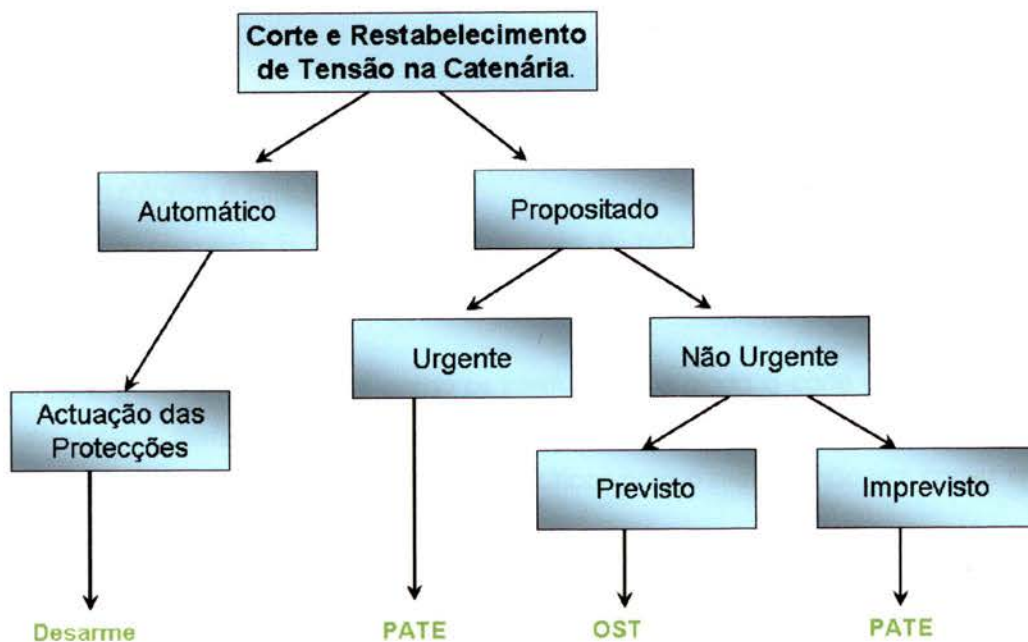


Figura 24 - Tipos de Corte de Tensão



2.3.10 - Alimentação de recurso e de socorro

Certos elementos de catenária podem em determinados casos serem postos em tensão através de um outro aparelho de corte, (alimentação de recurso). Em geral, compete ao Posto Central de Telecomando determinar a realização de uma alimentação de recurso.

Dado que uma alimentação de recurso de um elemento da catenária pode alterar não só as protecções a um troço de catenária a pôr sem tensão como também os aparelhos de corte a interditar, é indispensável que antes de autorizar ou executar uma alimentação deste tipo, seja verificado se não existem quaisquer medidas suplementares a tomar em relação a um corte de tensão em curso ou a efectuar.

Determinados troços de catenária, caso das zonas neutras, poderão ser colocada em tensão através de uma alimentação de socorro, realizada por intermédio de seccionadores que normalmente estão na posição de desligados

2.3.11 - Aparelhagem eléctrica

Para uma separação eléctrica entre secções elementares e por razões de exploração ou por avaria é possível efectuar a separação através de aparelhagem adequada. Em caso de avaria pode-se minimizar o impacto desta, isolando a avaria ao menor espaço possível, para isso utiliza-se diversos tipos de aparelhagem:

- Interruptores
- Disjuntores
- Seccionadores

2.3.11.1 - Interruptores e disjuntores

Os interruptores permitem o corte em carga, isto é, podem ser manobrados com a passagem de corrente nos seus terminais, por manobra manual ou por telecomando através do Posto Central de Telecomando.

Os disjuntores permitem o corte tal como os interruptores e ainda o corte automático em situações de defeito, (tem a função acrescida de desligar automaticamente em caso de avaria). Estes deverão ser instalados em postes específicos para o efeito e não em postes que suportam a catenária.

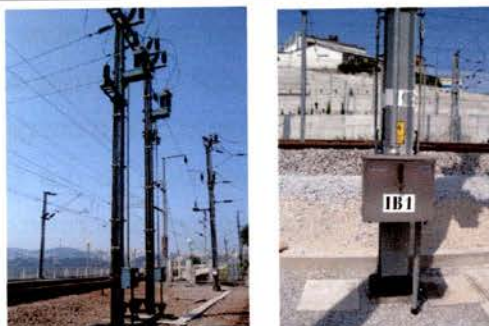


Figura 25 - Interruptor e caixa de comando

2.3.11.1.1 - Identificação dos interruptores e disjuntores dos postos de catenária

Os Interruptores e os Disjuntores dos Postos de Catenária são designados pelas letras "I" e "D", consoante se trata de Interruptores ou Disjuntores. Os referidos símbolos são completados ainda com a seguinte referência:

- Se o aparelho realizar a operação de continuidade longitudinal é referenciado pela letra "L", seguida de um algarismo. Em via dupla o algarismo "1" designa a via ascendente e o algarismo "2" a via descendente.
- Se o aparelho estabelece o paralelo transversal é referenciado pela letra "P".
- Sempre que no respectivo posto, exista um paralelo transversal a montante e outro a jusante, será referenciado o primeiro como algarismo "1" e o segundo com o algarismo "2".

Em via quádrupla os Interruptores de Continuidade Longitudinal terão a designação "IL1" a "IL4", sendo os algarismos ímpares para as vias ascendentes e os pares para as vias descendentes.

Nos Postos de Barramento os Interruptores terão a designação "IB" seguida de um algarismo. Os ímpares para a via ascendente e os pares para as vias descendentes.

2.3.11.2 - Seccionadores

Tem como principal objectivo permitir cortar ou estabelecer a tensão entre dois circuitos separados, só podem ser manobrados em vazio, isto é, quando não passe corrente nos seus terminais, geralmente montados em postes que suportam a catenária.

Podendo ser de comando manual ou telecomandado, nos de comando manual no extremo da vara existe um punho para o efeito e nos telecomandados no extremo da vara existe uma caixa com motor eléctrico, nestes também é possível o comando manual por meio duma manivela.

Em linhas secundárias onde existam cargas e descargas, ramais, oficinas podem ser utilizados seccionadores que permitem a ligação à terra quando a catenária está desligada, ficando a faca sem tensão ligada a uma baixada da terra.

A posição normal deste tipo de aparelhagem é "ligado" excepto os seccionadores de socorro e de terra que estão normalmente "desligados".

Os postes onde estão instalados seccionadores, são identificados por uma faixa branca de 15 cm de altura, pintada a cerca de 2 metros do solo à volta do poste.



Figura 26 - Seccionador telecomandado

2.3.11.2.1 - Identificação de seccionadores

Os seccionadores são denominados da seguinte forma:

- Postes com um só seccionador, designado pelo número do poste onde se encontra instalado.
- Postes com dois ou três seccionadores, quando num poste estejam montados dois ou três seccionadores a nomenclatura é a seguinte:
 - O Seccionador que liga catenárias principais é designado pelo número do poste em que se encontra.
 - O Seccionador que liga catenárias secundárias ou catenárias principais com secundárias é denominado por um conjunto de dois números representando as secções elementares interessadas, o primeiro número representa a secção elementar alimentadora e o segundo a secção elementar alimentada.
- Seccionadores ligados a um barramento, o seccionador é designado pelas letras "SB" seguidas do número da secção elementar onde se liga.
- Seccionadores de catenárias secundárias, os seccionadores que ligam catenárias secundárias ou catenárias principais com secundárias, são designados por um conjunto de dois números representando as secções elementares interessadas, o primeiro número representa a secção elementar alimentadora.

Em casos particulares poderá recorrer-se a outras designações, nomeadamente:



FEUP

Relatório de Estágio

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto "FEUP"

Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP – "ZOC Porto"

Manutenção/Conservação de Catenária



	Catendria Principal		Seccionador
	Catendria Secundaria		Comando Manual (Cat. Principais)
	Via não Electrificada		Comando Manual (Cat. Secun.)
	Cabo de Terra		Comando Eléctrico (De Estação)
	Feeder		Comando Eléctrico (Do PCT)
	Baixada de C.d.T.		Seccionador de terra
	Isolamento do C.d.T.		Interruptor
	Amarração		Disjuntor
	Antideslizamento (C.S.)		Fúsiel
	Antideslizamento (F.C.)		Para-Raios
	Secção Elementar		Transformador de Tensão
	Poste Limite		Transformador de Alimentação
	Isolador de Secção		Transformador de Intensidade
	Seccionamento de Lâmina de Ar		Subestação de Traction (SST)
	Zona Comum		Posto de Catenária (SP)
	Zona Neutra		Posto de Catenária (SSP)
	Catenária não compensada		Posto de Catenária (SS)
	Catenária F.C. compensada		Posto de Catenária (Ramal)
	Catenária compensada		Posto Auxiliar no Edifício
	Telefone de Alarme		Cabine
	Telefone de Seccionador		
	Posto de Catenária (Barramento)		

Figura 28 - Simbologia utilizada nos esquemas

2.3.12.1 - Identificação de sectores, subsectores e secções elementares

2.3.12.1.1 - Sector

É normalmente designado pelos nomes dos locais que o limitam, Subestação, Posto de Seccionamento e Paralelo ou Estação de fim de linha electrificada, completado com V1, via ascendente ou V2, via descendente.

2.3.12.1.2 - Subsector

É normalmente designado pelos nomes dos locais que o limitam, Subestação, Posto de Catenária ou Estação de fim de linha electrificada, completado por V1 e V2.



2.3.12.1.3 - Secção elementar

Num sector, as secções elementares das catenárias principais são numeradas da forma seguinte:

- De 1 a 99 no sentido crescente da quilometragem, de forma tal que todas as secções elementares desse sector tenham números distintos, por via com catenárias electricamente separadas.
- Em via dupla os números ímpares são destinados às catenárias da via ascendente e os números pares às catenárias da via descendente.
- Em via única as secções elementares secundárias terão numeração seguida.
- Em vias múltiplas as vias ascendentes serão numeradas com os algarismos ímpares e as descendentes com números pares.

Num sector as catenárias secundárias são designadas pela numeração seguinte:

- Secções elementares das catenárias secundárias das estações: de 100 a 799 e a partir de 1001.
- Secções elementares dos ramais: de 800 a 899.
- Secções elementares de linha afectas às Oficinas de Material Circulante: de 900 a 999.

2.3.13 - Postos de catenária

Postos cuja aparelhagem (interruptores ou disjuntores) é sempre telecomandada a partir do Posto Central de Telecomando e podem classificar-se segundo as suas funções:

2.3.13.1 - Postos de subseccionamento (SS) – são postos que estão electricamente ligados a um seccionamento de lâmina de ar (ou isolador de secção) e realizam a operação de continuidade longitudinal.

2.3.13.2 - Postos de subseccionamento e paralelo (SSP) – são postos que estão electricamente ligados a seccionamentos de lâmina de ar (um em cada via) e realizam em cada uma delas a operação de Continuidade Longitudinal. A operação de Paralelo Transversal é feita geralmente do lado da Subestação.





2.3.13.3 - Postos de seccionamento e paralelo (SP) – são postos que estão electricamente ligados a Zonas Neutras entre Subestações. Permitem realizar a continuidade longitudinal a montante e jusante da Zona Neutra (operação que se realiza em exploração normal) e a operação de Paralelo Transversal para cada um dos lados.

2.3.13.4 - Postos de ramal – são postos que permitem realizar a operação de alimentação de Linhas desviadas em relação a entroncamentos de Linhas ou Ramais importantes. Por vezes estes Postos podem permitir a operação de Paralelo Transversal.

2.3.13.5 - Posto de barramento – são postos onde várias secções elementares são ligadas a um barramento através de interruptores. Em bifurcações ou em entroncamentos permitem realizar as operações de Paralelo Transversal e Alimentação de linhas desviadas, realizando por vezes também a operação de Continuidade Longitudinal.



Figura 29 - Posto de Barramento

3 - Condições de segurança

3.1 - Terra de segurança para trabalhos

A terra de segurança para trabalho é constituída por varas de terra ligando temporária e directamente os equipamentos de tensão à terra, a montante e a jusante da zona de trabalhos. A colocação em serviço destes dispositivos deverá ser precedida da verificação do isolamento da zona de trabalhos e do bloqueio dos aparelhos de corte, bem como da verificação da ausência de tensão.

Para evitar qualquer tensão perigosa, a distância entre duas varas de terra que cobrem a zona de trabalhos deve ser até 1000 m.



Figura 30 - Vara de terra

3.2 - Normas e procedimentos de segurança em trabalhos de infra-estruturas

A realização de trabalhos na via férrea, bem como nas suas proximidades comportam riscos muito acrescidos pelo que devem ser cumpridas regras de segurança estabelecidas, segundo a Normas e Procedimentos de Segurança em Trabalhos de Infraestruturas IET 77. As instalações fixas de tracção eléctrica em tensão bem como a circulação ferroviária são os principais factores de risco durante a realização dos trabalhos.

Algumas das medidas a ter em conta para segurança do pessoal envolvido nos trabalhos são as distâncias de segurança e zonas de risco.



3.2.1 - Distância de segurança

- Distância de segurança d1:

Medida radial a partir de qualquer parte em tensão, define o afastamento mínimo que podem ser realizados trabalhos sem corte de tensão.

- Distância de segurança d2:

Medida horizontal desde a face exterior do carril em direcção à berma, define o afastamento mínimo que podem ser realizados trabalhos sem redução da velocidade das circulações ferroviárias, interdição de via ou um sistema de anúncio e aviso, que permita a desocupação da zona de risco.

- Distância de segurança d3:

Medida vertical a partir do plano de rolamento, de baixo para cima, define o afastamento mínimo que podem ser realizados trabalhos sem redução de velocidade das circulações ferroviárias e interdição de via.

- Distância de segurança d4:

A considerar em vias múltiplas, medida na horizontal entre carril exterior na direcção da entrela, define o afastamento mínimo que podem ser realizados trabalhos na(s) via(s) adjacente(s) sem redução de velocidade das circulações ferroviárias, interdição de via ou um sistema de anúncio e aviso que permita desocupação da zona de risco.

3.2.2 - Zona de risco

- Zona de risco A:

Espaço tridimensional circundante das infra-estruturas ferroviárias limitado pela plataforma da via e pelas distâncias de segurança d2 e/ou d3 e d4, existindo tantas sub-zonas quantas vias existirem.

- Zona de risco B:

Espaço tridimensional limitado superiormente pela plataforma da via e, lateralmente pelas superfícies dos taludes de aterro.





- Zona de risco C:

Espaço tridimensional circundante das instalações fixas de tracção eléctrica limitado pelas superfícies geradas pela distância de segurança d1, existindo tantas sub-zonas quantas as catenárias e feeders electricamente separados existentes.

- Zona de risco D:

Espaço tridimensional circundante das infra-estruturas ferroviárias, limitado interiormente pelas zonas elementares de risco A e B, onde decorram trabalhos que possam interferir, mesmo que por motivos ocasionais.

Com o aumento da velocidade das circulações, considera-se que os riscos das acções realizadas comportam um risco mais elevado, deste modo fixam-se duas categorias de risco:

-Categoria I, actividades desenvolvidas em troços de via com velocidades iguais ou inferiores a 140km/h

-Categoria II, actividades desenvolvidas em troços de via com velocidades superiores a 140km/h

Distância	Categoria de risco	
	I	II
	$V \leq 140 \text{ km/h}$	$V > 140 \text{ km/h}$
d1 (m) ^[1]	2.0	2.0
d2 (m)	1.8	2.0
d3 (m) ^[2]	6.0	6.0
d4 (m)	1.0 ^[3]	2.0

[1] – Excepto nos casos em que exista uma barreira ou protecção física que impeça o contacto accidental com as zonas em tensão, não devendo contudo essa distância ser inferior a 50 cm

[2] – Nas estações d3=7,0

[3] – Para $V \leq 80 \text{ km/h}$, d4=0,95

Tabela 2 - Distâncias de Segurança e Zonas de Risco



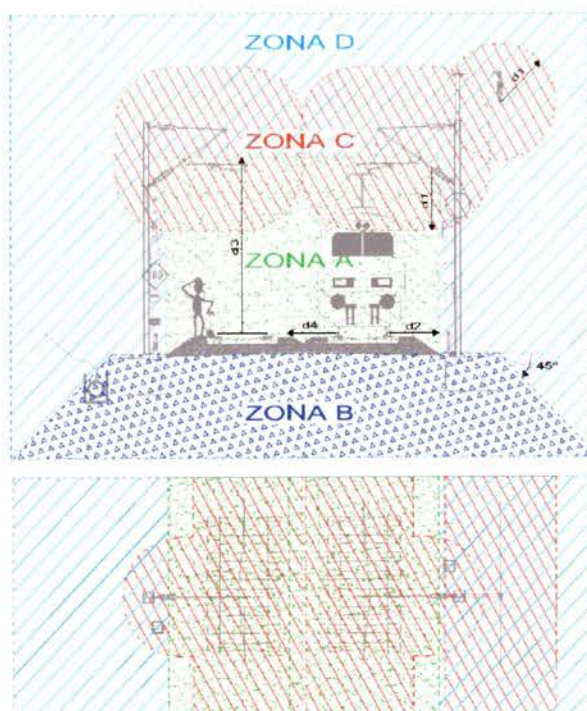


Figura 31 - Via dupla electrificada em plena via

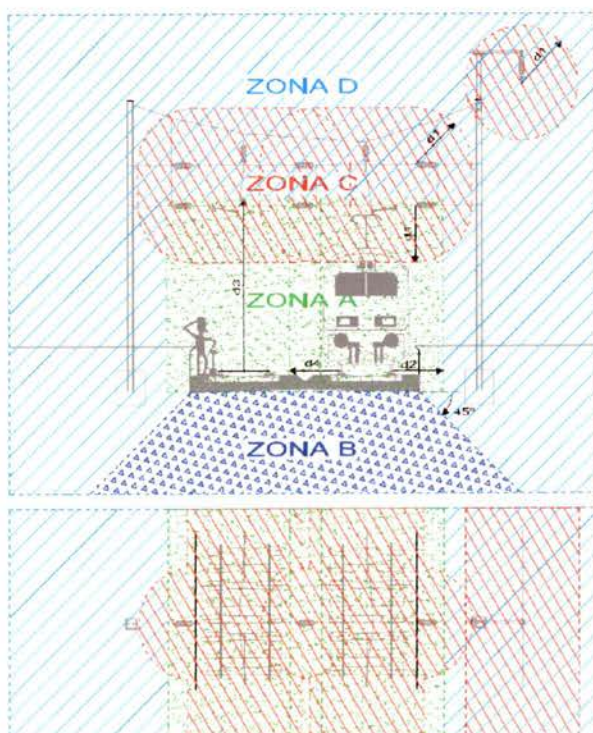


Figura 32 - Via dupla electrificada em plataformas de estação



3.3 - Medidas a adoptar para realizar um corte de tensão

Ao efectuar-se um corte de tensão não é apenas necessário manobrar os aparelhos de corte para o determinado troço, é necessário garantir antes da manobra dos aparelhos de corte a ausência de comboios no troço definido, bem como o acesso de circulações com pantógrafos levantados.

Nos aparelhos de comando manual, procede-se à manobra dos respectivos aparelhos de corte por accionamento do manipulador, o qual só é permitido após ser desencravado com a chave adequada, chave esta que só é libertada após encravar novamente o respectivo manipulador.

Nos aparelhos telecomandados a ordem de fecho ou abertura é executada pelo PCT. Após estes procedimentos é comunicado pelo Posto Central de Telecomando ao responsável pelo pedido de corte que este está efectuado, o restabelecimento só pode ser feito com autorização do mesmo responsável.

Todos os telefonemas trocados entre as partes intervenientes no corte de tensão são de registo obrigatório devem ser registados em modelos próprios para segurança do pessoal, desde a preparação do corte de tensão até ao restabelecimento da tensão.

3.3.1 - Medidas a adoptar em cortes de tensão não urgentes em linhas principais

Em catenárias principais e em algumas secundárias, os cortes de tensão são feitos pelo Posto Central de Telecomando ou sob sua orientação.

Para que o Posto Central de Telecomando efectue ou mande efectuar um corte de tensão, necessita de autorização antecipada do Posto de Comando e obriga à presença no local de pessoal especializado.



4 - Trabalhos práticos realizados

4.1 - Elaboração do estudo para a montagem do cabo de terra aéreo

O cabo de terra aéreo no sistema tradicional tem como grande finalidade a protecção de pessoas, a terra de protecção deve ser concebida de forma a que, em caso de defeito à terra, a tensão de contacto seja limitada a valores não perigosos.

Compreende essencialmente uma rede de condutores nus aos quais são ligados de forma permanente, todos os postes entre si, e entre estes e a terra, actualmente existem diversos pontos da rede ferroviária onde este ainda não existe.

Nestes locais os postes tem uma ligação "poste carril" (ligação de cada poste ao carril é efectuada individualmente por um cabo LXV de 50 mm²), o carril em que é efectuada a ligação é o carril de retorno de tracção, ou uma ligação entre o poste e um eléctrodo de terra individual.

Com os actos de vandalismo, acções de conservação da via, estas ligações tem tendência a serem danificadas, ficando o respectivo poste sem ligação à terra, isto torna a área circundante pouco segura, podendo em casos de ruptura ou contornamento dos isoladores existentes entre a catenária e o poste não provocar o desarme do disjuntor da subestação de tracção, ficando dessa forma o poste a um potencial elevado, que no limite fica ao potencial da catenária.

Na linha do Norte existem ainda estações que apenas tem as ligações poste carril ou poste eléctrodo de terra individual, nestes locais fez-se um levantamento no terreno das necessidades para a sua implementação verificando todos os componentes necessários para uma boa execução, o estudo foi feito nas estações de Ovar, Esmoriz, Granja e Valadares.

Para solucionar este problema analisaram-se plantas de piquetagem, cadernos de montagem para ver a possibilidade de implementação do cabo de terra.

A execução desta solução tem diversos factores a considerar, entre outros as distâncias entre baixadas de terra, distâncias entre isolamentos do cabo de terra, e distâncias à catenária, previstos na IT.CAT. 034.

Após o levantamento no terreno das características de todos os apoios, efectuou-se uma listagem de todas as necessidades, o traçado possível na planta de piquetagem do cabo de terra, os pontos onde colocar o isolamento, baixadas de terra e local onde aplicar as espigas de amarração do CDTA.





Com o levantamento realizado e os estudos efectuados verificou-se que é possível a instalação do CDTA nas referidas estações.

No anexo I encontra-se as quantidades de material necessário à montagem do CDTA, bem como os traçados possíveis nas plantas de piquetagem.

4.2 - Substituição de isoladores

Nas linhas aéreas, a separação entre as partes em tensão e os seus apoios é efectuada através de isoladores. Actualmente a maior parte dos isoladores aplicados na rede ferroviária são em porcelana, podendo estes ser de zona Marítima ou Terrestre como atrás referido. Em zonas consideradas como críticas, estes estão actualmente a ser substituídos por isoladores sintéticos, esta substituição existe devido aos actos de vandalismo que os isoladores de porcelana são submetidos, (saídas de isoladores partidas podendo existir contornamento).

Numa primeira fase analisou-se no terreno diversos pontos da rede, tendo-se definido diversas zonas críticas. Numa dessas zonas fez-se a análise das necessidades de cada apoio, tendo-se atribuído a cada um deste um nível de prioridade.

Realizou-se um levantamento no terreno das quantidades necessárias de material para a substituição, bem como o estudo da solução tecnicamente recomendável e mais económica, após o qual se passou à programação dos trabalhos, tendo em conta todos os meios necessários para uma boa execução.

No anexo II estão representadas as quantidades de material necessário à substituição de isoladores.

4.3 - Plano de manutenção

A catenária necessita de manutenção exaustiva e de forma contínua a fim de manter a fiabilidade e um estado físico em condições de exploração.

Para assegurar uma boa manutenção das instalações, esta é dividida numa 1.ª Manutenção e numa Manutenção Periódica. As acções de manutenção são programadas no Plano Geral de Intervenção na Infraestrutura (PGII) e posteriormente em OST com antecedência regulamentar.

A 1.ª Manutenção deve ocorrer um ano após a entrada ao serviço da instalação ou até três anos após a sua montagem e consiste em verificar, reapertar, limpar, lubrificar e regular todas as peças.



Figura 33 - 1ª manutenção

A Manutenção Periódica é efectuada por um conjunto de acções de forma cíclica.

Os ciclos de manutenção são efectuados consoante o troço de catenária a caracterizar, após a 1ª Manutenção, segundo o seguinte fluxograma é caracterizado qual o plano apropriado para o caso específico.

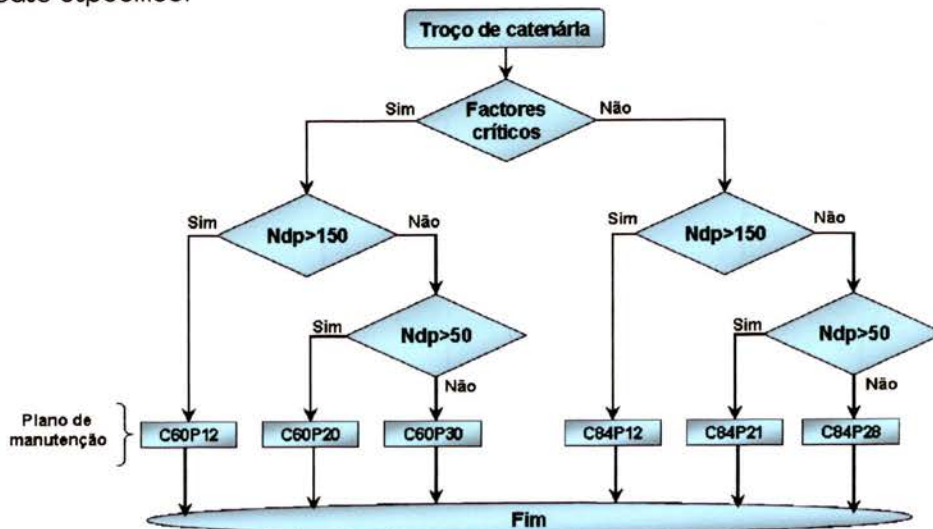


Figura 34 - Ciclos de manutenção

Factores críticos:

- Velocidade > 160 km/h
- Zonas de vandalismo
- Zonas poluídas

Ndp – número de pantógrafos / dia

Através dos factores e do número de pantógrafos/dia é possível assinalar qual o plano adequado ao troço a considerar.

Plano de Manutenção para um caso real:

A elaboração do plano de manutenção teve como base o Manual Técnico de Manutenção de Catenária MT.CAT.001.01.

Para executar o plano considerou-se um troço de catenária específico, (linha de Guimarães), este tem uma extensão de 30,288 km de via única, entre Lousado (km 25,400) e Guimarães (km 55,688), que acresce de 4,850 km de linhas secundárias.

Analisou-se o troço e verificou-se que não contém factores críticos e que o número de pantógrafos por dia não excedia os 50, através do fluxograma. O plano que se adequava ao troço definido é "C84P28".

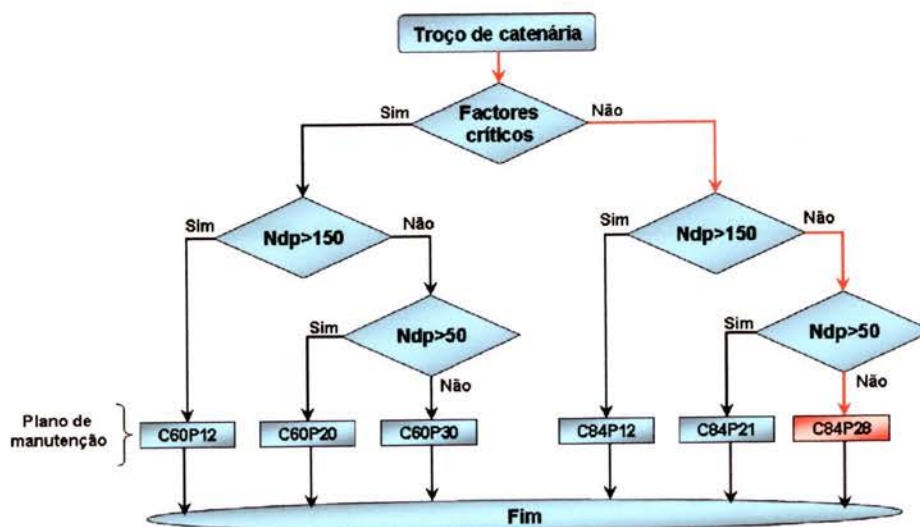


Figura 35 - Fluxograma do troço definido



De acordo com o plano apropriado para o troço, verifica-se na tabela seguinte o intervalo entre operações de manutenção a efectuar nos diversos equipamentos.

Equipamento	C84P28		
	M1	M2	M3
Amarrações	2	84	
Antiderrapamentos	2	84	
Aparelhos de Mudança de Via	2	42	84
Braços de Chamada	2	60	120
Consoles	2	84	
Eléctrodos de Terra	2	12	84
Equipamentos Tensores	2	42	84
Isoladores	2	12	84
Isoladores de Secção	2	42	84
Maciços e Dados	2	84	
Passagens Superiores	2	84	
Pórticos Flexíveis	2	84	
Postes e Espigas	2	84	
Seccionadores	2	12	84
Seccionamentos Lâmina de Ar	2	84	
Sinais Fixos de Traction Eléctrica	2	84	
Túneis	2	42	84
Vãos de Catenária	2	84	
Zonas Comuns	2	84	
Zonas Neutras com IS	2	42	84
Zonas Neutras-SIA / Seccionada	2	42	84

Tabela 3 - Mapa de Manutenção

Para o plano o ciclo máximo de manutenção é de 120 meses (ciclo de 10 anos), iniciando-se em 2005 e termina em 2014.

As operações de manutenção tipo M1 são executadas de dois em dois meses ao longo de todo o ciclo do plano de manutenção e consistem em inspecções a pé à infraestrutura.

As do tipo M2 são trabalhos programados em Ordem de Serviço, que consiste em reapertos, lubrificações, ajustes, etc.

As operações do tipo M3 são também programadas em OS, e consistem na substituição de algumas peças, uma vez que a sua vida útil está terminando.

Após determinado o plano de manutenção adequado, elaborou-se um mapa de manutenção onde se especificou os intervalos entre operações a efectuar no ciclo global dos 120 meses.

No anexo III.I estão apresentados os vários passos necessários ao plano de manutenção, ciclo global de manutenção.

Como existem meses em que não se efectua qualquer operação de manutenção, e períodos que apenas se realizam operações de ciclo bimestral, tendo em vista a simplificar o ciclo global de manutenção eliminaram-se esses meses, criando-se um mapa anual de manutenção.

Anexo III.II, mapa anual de manutenção.



Cada equipamento tem o seu ciclo de manutenção, mas existem ao longo dos meses equipamentos que repetem os ciclos, com vista a simplificar designaram-se grupos de cargas (A, B, C, D, E e F).

Anexo III.III, mapa de cargas.

Com uma equipa de meios físicos e materiais definida, verificou-se o tempo necessário ao longo dos 10 anos para efectuar as operações de manutenção da infraestrutura. Consideraram-se diversos factores, para a determinação do tempo fundamental aos trabalhos, entre os quais o número de quilómetros (35,138 Km), o período de horas disponível por cada dia (4 horas) e o número de dias por cada semana (5 dias).

Os tempos assinalados para cada equipamento, tem como base um historial de trabalhos realizados.

A verificação de maciços e dados, postes e espas podem ser efectuados sem meios pesados e sem custos extras, logo considerou-se que não tinham custos.

Para a determinação do mapa de rendimentos considerou-se as seguintes fórmulas:

[I] - Rendimento médio do troço, em metros por hora.

[II] - Metros lineares de linha

[III] - Total de horas necessário

[IV] - Número de horas de trabalho por dia (período azul, conforme Directório de Rede)

[V] - Total de dias necessários

[VI] - Total de dias por semana

[VII] - Total de semanas

$$[III] = [II] / [I]$$

$$[V] = [III] / [IV]$$

$$[VII] = [V] / [VI]$$

Anexo III.III, mapa de rendimentos.

Após a determinação do mapa de rendimentos por carga, elaborou-se um mapa para 1 ano de manutenção, definindo a distribuição dos trabalhos pelas semanas. Optou-se pela realização dos trabalhos antes do período de férias, para o caso de existir derrapagens ter a possibilidade dos efectuar antes desse período.

Existem outros trabalhos tais como medição de terras que tem vantagens em realizar-se no período de tempo seco.

Anexo III.IV, mapa de manutenção.





4.4 - Programação física da acção de manutenção

Para a realização dum trabalho com corte de tensão eléctrica e/ou via interdita são necessários diversos procedimentos.

O pedido dos trabalhos, é feito através da ferramenta informática "SAP", ficando o pedido inserido no sistema.

Inicia-se com o pedido dos trabalhos para a semana (n) pretendida, quando exista impacto na oferta comercial (necessidade de suprimir comboios, transbordo de passageiros, atrasos), o pedido tem de ser realizado na semana n-14, na semana n-7 é efectuado a confirmação do pedido, não tendo implicações na oferta comercial todos os pedidos tem que ser efectuados até na semana n-3.

Em segundo lugar analisa-se os pedidos, e verifica se é possível efectuar todos os pedidos dum determinado troço em simultâneo, executar uma ficha proposta com troço definido e aparelhos de corte a manobrar. Na semana n-2 é realizada uma reunião de coordenação entre órgãos de Conservação, Exploração e entidades envolventes nos pedidos e fim de acertar períodos e meios envolvidos, após esta é elaborada e publicada a Ordem de Serviço.

No anexo IV é exibido a ficha proposta para os trabalhos, tal como o documento aprovado, a Ordem de Serviço.

Executados os trabalhos é elaborado pelos responsáveis no terreno um relatório das acções realizadas, no anexo IV.

O fluxograma indica os passos necessários à realização duma Ordem Semanal de trabalhos:

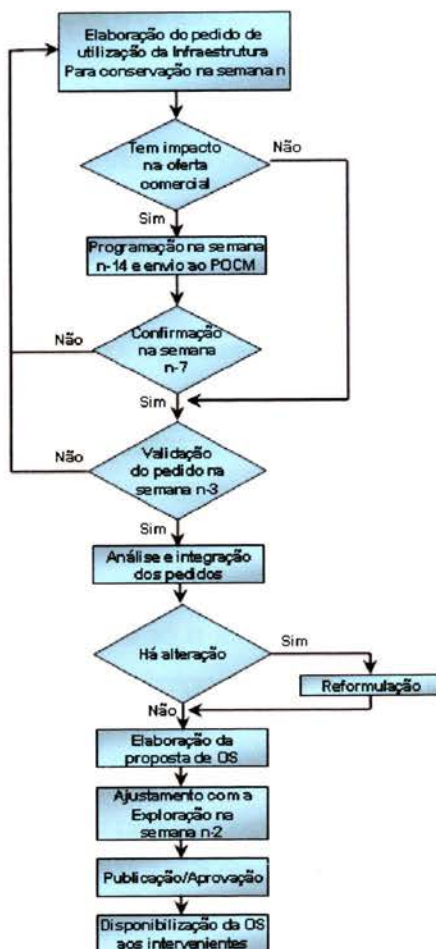


Figura 36 - Fluxograma duma Ordem Semanal de Serviço

4.5 - Renumeração de postes

Em geral a numeração dos postes é realizada pela indicação do quilómetro e o número de ordem do poste, conforme descrito atrás.

No troço ferroviário entre Porto - Campanhã e Contumil sob a Via de Cintura Interna (VCI), existem seis vias férreas de circulação Via Ascendente Minho (VAM), Via Ascendente Douro (VAD), Via Descendente Minho (VDM), Via Descendente Douro (VDD), Via de Serviço (VS) e Via 5 Desnívelada (V5D), onde a numeração existente é de "difícil" compreensão e em alguns casos com os actos de vandalismo (graffiti's) sobre numeração esta torna-se imperceptível. A fim de evitar essa dificuldade de identificação, optou-se pela renumeração dos postes. A catenária é suspensa por apoios em obra de arte, sendo que a cada um destes apoios foi atribuído um novo número ou mantido o número anteriormente existente, uma vez que já se encontrava na numeração "actual" com uma identificação coerente com esta proposta de renumeração, para os seccionadores foi considerada uma identificação específica consoante a via a que faz parte.

Nesta alteração estão incluídos não só a renumeração como também a colocação em conjunto da sinalética de indicação de "Perigo de Morte" em chapas reflectoras a fixar na obra de arte, a uma altura conveniente.

Nas figuras abaixo apresenta-se duas chapas com uma numeração a título de exemplo, para os apoios a numeração é de cor preta e fundo de cor branca reflectora, onde a placa da esquerda será utilizada nas vias sob a VCI e a placa da direita a colocar na via 5 desnívelada (Túnel).

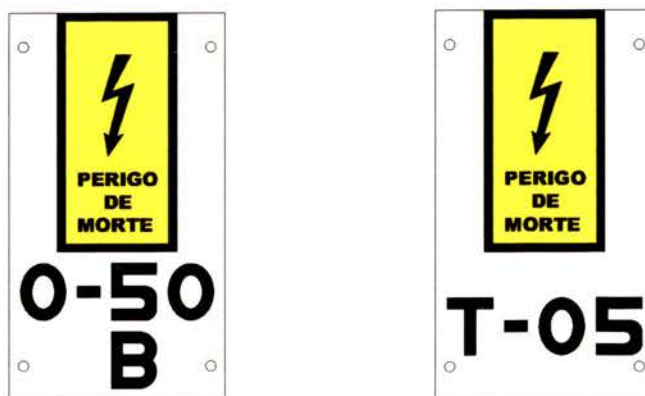


Figura 37 - Chapas de numeração e avisadora de "Perigo de Morte"

Para os postes limite a placas de sinalização serão em forma de "triângulo", a numeração é de cor preto e com um fundo vermelho reflector.

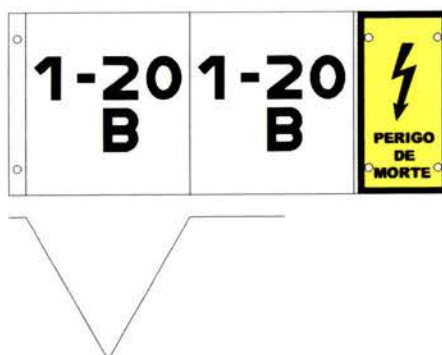


Figura 38 - Chapas de numeração e avisadora de "Perigo de Morte" para postes limites

Para os apoios com seccionadores as placas de sinalização serão também em forma de “triângulo”, tendo a respectiva numeração a cor preto e o fundo branco reflector, no anexo V.I são apresentados as dimensões das placas.

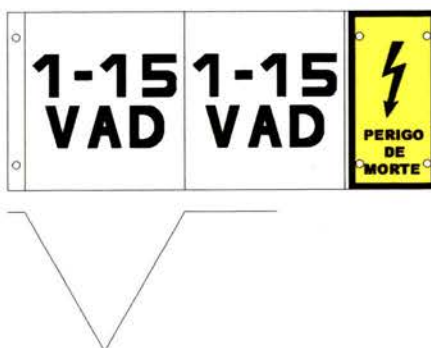


Figura 39 - Chapas de numeração e avisadora de "Perigo de Morte" para seccionadores

A listagem de material necessário bem como a nova numeração de cada apoio encontra-se descrita no anexo V.II

Nas plantas de piquetagem está definido a numeração existente e a proposta de alteração com a nova renumeração em **anexo V.III**



4.6 - Acompanhamento de trabalhos no terreno

4.6.1 - Inspeções da catenária

As visitas de inspecção a pé destinam-se a inspeccionar todos os elementos da catenária a partir do chão, quer à vista desarmada, quer através de binóculos. Com estas inspecções atentas é possível verificar imperfeições e pontos fracos da instalação para uma possível correcção atempada, verifica-se a diminuição de anomalias onde existe estas inspecções.

É necessário efectuar periodicamente marchas de inspecção à catenária das linhas principais, por meio de marchas feitas em locomotivas com composição especial (duas locomotivas e uma carruagem vigia). As locomotivas tem os pantógrafos pintados com as margens de desalinhamento, a carruagem vigia está equipada com aparelho de registo em vídeo, onde se regista o desalinhamento e as oscilações do FC, ficando assim com um registo em pormenor de troço de catenária, para posterior apreciação do pessoal. Esta verificação incide essencialmente sobre o desalinhamento e arcos eléctricos produzidos à passagem do pantógrafo ao longo de todos os troços da rede electrificada.

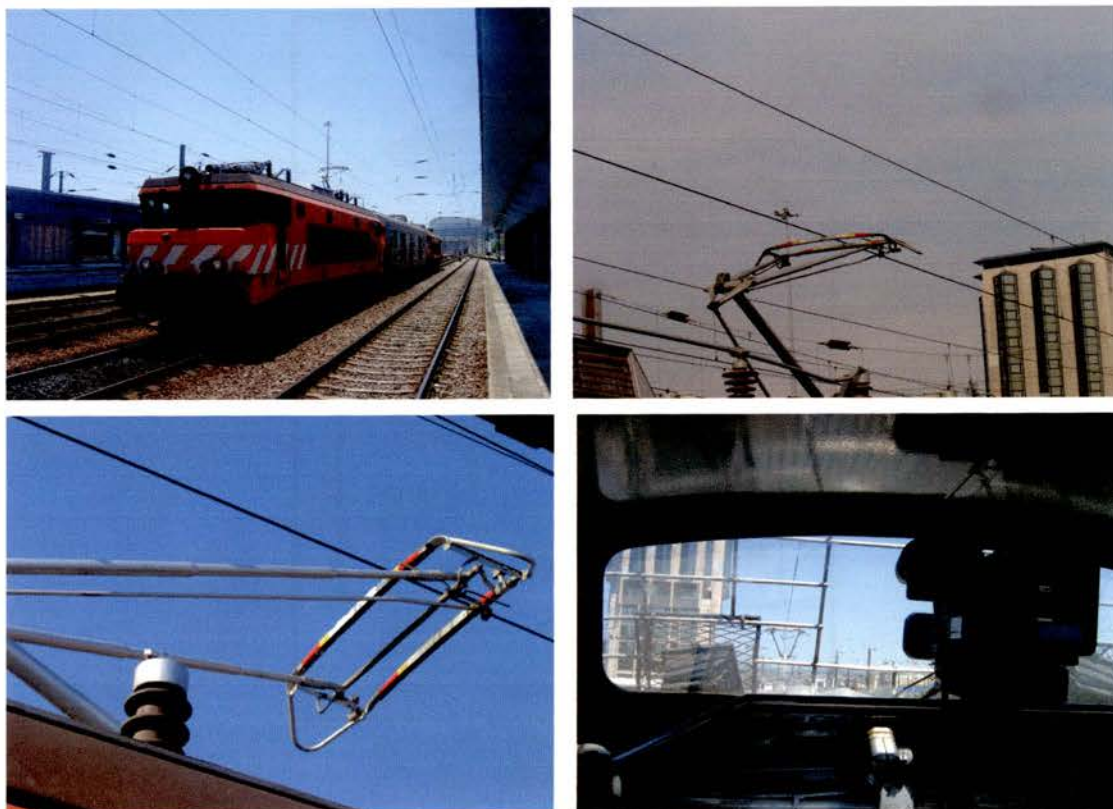


Figura 40 - Equipamentos utilizados para inspecções

4.6.2 - Manutenção correctiva

Estas operações de manutenção normalmente acontecem devido a ocorrências com causas externas, tais como causas acidentais, condições atmosféricas, actos de vandalismo, entre outras.

Quando de carácter urgente inviabilização da circulação de comboios eléctricos, tem que ser resolvidas no mais curto espaço de tempo, minimizando o tempo de interdição da via (caso exista). A resolução destas "avarias" implica uma disponibilidade imediata de diversos meios humanos, equipamentos e materiais.

Intervenção Extraordinária (Intervenção não planeada nem programada)

No fluxograma seguinte é exposto os passos necessários à realização dos trabalhos no caso duma intervenção extraordinária, motivada a causas externas.

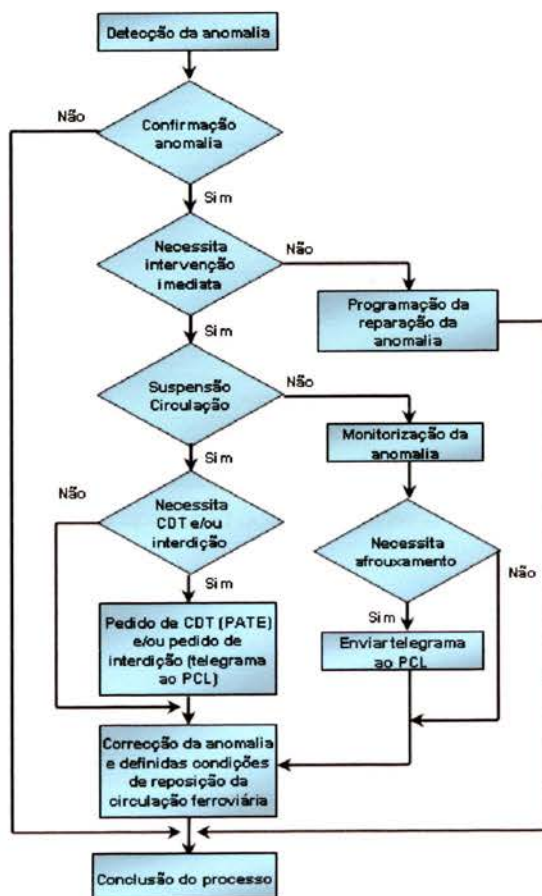


Figura 41 - Fluxograma duma Intervenção Extraordinária



FEUP

Relatório de Estágio

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto "FEUP"

Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP – "ZOC Porto"

Manutenção/Conservação de Catenária



No decorrer do estágio assisti a algumas operações deste tipo, entre as quais:

Linha de Douro, corte de árvores no terreno de um confinante, na qual caiu sobre a catenária um pequeno eucalipto, tendo originado o rebentamento do CS numa zona comum.

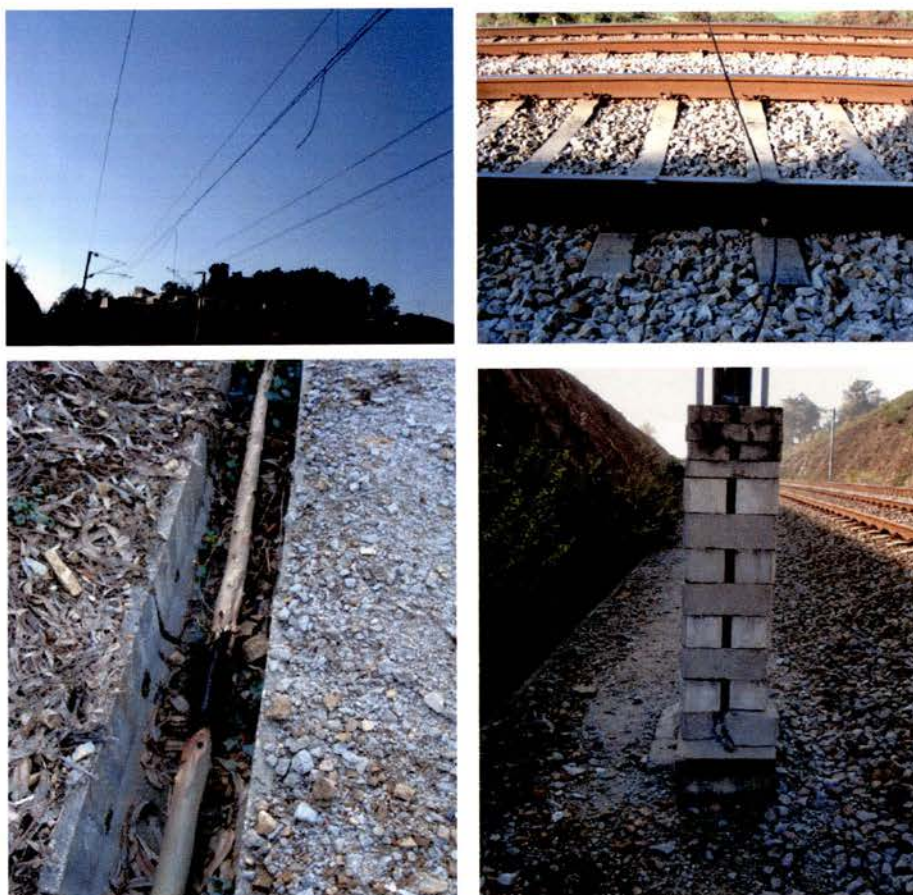


Figura 42 - Efeitos após uma ocorrência externa (corte de árvores)



FEUP

Relatório de Estágio

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto "FEUP"

Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP – "ZOC Porto"

Manutenção/Conservação de Catenária



Linha de Leixões, queda de árvore devido às más condições atmosféricas (causas externas), a qual foi atingida por uma circulação que passava no momento e a empurrou contra o poste da catenária tendo-o danificado.



Figura 43 - Efeitos nos equipamentos após más condições atmosféricas



5 - Conclusão

Os objectivos definidos para o estágio foram atingidos, nestes estavam previsto numa fase inicial aquisição de conhecimentos e análise da regulamentação existente, da qual resulta a parte inicial do relatório, isto é a caracterização da catenária do ponto de vista mecânico e eléctrico.

Numa segunda fase realizaram-se diversos trabalhos no terreno, dos quais destaco:

- O estudo efectuado para a montagem do cabo de terra aéreo efectuou-se o levantamento no terreno, o traçado nas plantas de piquetagem e listagem de todo o material necessário. Com os elementos elaborados pode colocar-se em prática a montagem do cabo de terra aéreo nas estações de Ovar, Esmoriz, Granja e Valadares.
- A substituição de isoladores cerâmicos por sintéticos deve-se ao facto de nas zonas urbanas onde são vulgares a prática de actos de vandalismo sobre os isoladores cerâmicos. Um destes locais, (início da Linha de Leixões), realizou-se o levantamento no terreno da situação actual e o equipamento necessário à substituição desses isoladores. Com o levantamento efectuado pode-se passar à execução dos trabalhos.
- Elaboração de um plano de manutenção para linha de Guimarães, com um ciclo de manutenção de 10 anos, durante o qual se efectuam todo o tipo de manutenções necessárias à preservação da infraestrutura, garantindo a fiabilidade da mesma. Esta linha foi electrificada recentemente pelo que o plano de manutenção agora realizado pode ser implementado.
- Realização de programação física duma acção de manutenção, que obrigatoriamente antecede a realização de trabalhos de conservação, neste caso concreto para a Linha do Minho entre São Romão e Senhora das Dores.
- Renumeração de postes teve como base a alteração da numeração existente nas seis vias férreas sob a VCI entre Porto - Campanhã e Contumil, ficando os levantamentos efectuados e disponíveis para uma possível aplicação no terreno.

A manutenção/conservação preventiva são indispensáveis para o bom funcionamento da infraestrutura, são operações que visivelmente apenas tem custos mas que a longo prazo aumentam o tempo de vida útil e fiabilidade de todo o sistema, permitindo ter níveis de segurança bastante elevados.



6 - Referências bibliográficas

A elaboração deste documento teve como base diversas normas e instruções técnicas.

IT-GER-002	Circuito de retorno da corrente tracção
IT-CAT.034	Linhas Aéreas para Tracção Eléctricas Ferroviária. 25kV – 50Hz
MT-CAT.001.01	Manual Técnico de Manutenção de Catenária
MT-CAT.003	Manual Técnico de Peças de Catenária
IT-CAT-019	Protecção de Estruturas Metálicas
IT-C-005	Vãos e desalinhamentos
IT-C-009	Equipamentos das passagens superiores
IT-C-011	Zonas comuns e seccionamento. de lâminas de ar
IT-C-018	Montagem de Catenária
IT-C-037	Preenchimento de Cadernos de Montagem
IT-C-41	Regulamento de Segurança de Linhas de Tracção Eléctricas Ferroviárias
IT-C-45	Zona neutra com isoladores de secção
RGS IX	Regulamento Geral de Segurança
IET-77	Normas e Procedimentos de Segurança em Trabalhos de Infraestruturas
Inst.28	Marchas de inspecção catenária
Inst.C/46	Visitas de Inspecção a pé





VI – Anexos

Anexo I – Montagem do cabo de terra aéreo

- Anexo I.I – Trabalhos a efectuar na Estação de Ovar
- Anexo I.II – Trabalhos a efectuar na Estação de Esmoriz
- Anexo I.III – Trabalhos a efectuar na Estação da Granja
- Anexo I.IV – Trabalhos a efectuar na Estação de Valadares

Anexo II – Substituição de isoladores cerâmicos por sintéticos

- Anexo II.I – Levantamento no terreno e quantidade de material necessário

Anexo III – Plano de manutenção

- Anexo III.I – Ciclo global de manutenção
- Anexo III.II – Mapa anual de manutenção
- Anexo III.III – Mapa de cargas
- Anexo III.IV – Mapa de rendimentos
- Anexo III.V – Mapa de manutenção

Anexo IV – Ordem de serviço

- Ficha proposta para os trabalhos
- Documento aprovado
- Ordem de serviço
- Relatório dos trabalhos

Anexo V – Renumeração de postes

- Anexo V.I – Levantamento no terreno das alterações a efectuar na numeração
- Anexo V.II – Chapa de identificação proposta
 - Plantas de piquetagem do troço definido





FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000105304

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE (SGQ)

ACOMPANHAMENTO DAS ACTIVIDADES DE MANUTENÇÃO DO SGQ

SOPSEC

Elaborado por:

Alice Afonso Lima

Orientado por:

Eng.ª Susana Maria da Silva Matos (SOPSEC)

Prof. Jorge Moreira da Costa (FEUP)

Vila Nova de Gaia, Fevereiro a Julho de 2006