DIACLASE
Consultores de Engenharia, Geologia e Ambiente Lda.

SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS

DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES MÍNIMAS DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020



GRUPO 2

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 2 - Especificações Técnicas

JUNHO, 2021

SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

REPOSIÇÃO DAS CONDIÇÕES MÍNIMAS DE SEGURANÇA E OPERACIONALIDADE NA ER211 NA SEQUÊNCIA DO TEMPORAL DE 25 DE DEZEMBRO DE 2020

APRESENTAÇÃO

A Diaclase, Consultores de Engenharia, Geologia e Ambiente, Lda. apresenta o Volume 2 (Especificações Técnicas) relativo à "Reposição das Condições Mínimas de Segurança e Operacionalidade na ER211 na Sequência do Temporal de 25 de Dezembro de 2020. Grupo 2. Projecto de Execução", elaborado para a Secretaria Regional de Equipamentos e Infraestruturas - Direção Regional de Estradas.

Lisboa, 4 de Junho de 2021

António Carlos Ambrósio
(Engenheiro Civil)

ÌNDICE DE VOLUMES

VOLUME 1 - Memória Descritiva e Justificativa. Peças Desenhadas

VOLUME 2 - Especificações Técnicas

VOLUME 3 - Plano de Segurança e Saúde e Compilação Técnica

- **Tomo 3.1** - Plano de Segurança e Saúde
- **Tomo 3.2** - Compilação Técnica

VOLUME 4 - Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

VOLUME 5 - Lista de Quantidades de Trabalho. Mapa de Medições Detalhado

VOLUME 6 - Orçamento

ÌNDICE

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Pág.

CAPÍTULO I - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS, NATUREZA, QUALIDADE, PROCEDÊNCIA, DIMENSÕES, CONDIÇÕES DE RECEPÇÃO E DE ARMAZENAMENTO 1

I.1 - PRESCRIÇÕES COMUNS A TODOS OS MATERIAIS 1

I.2 - ÁGUA PARA BETÕES, ARGAMASSAS E LIGANTES HIDRÁULICOS E OPERAÇÕES DE REGA 4

I.3 - INERTES PARA BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS E ARGAMASSAS HIDRÁULICAS 5

I.4 - CIMENTOS A UTILIZAR COMO LIGANTE HIDRÁULICO NO FABRICO DE BETÕES, ARGAMASSAS E CALDAS DE CIMENTO 9

I.5 - ADJUVANTES E ADITIVOS PARA BETÕES 11

I.6 - ENROCAMENTO 13

I.7 - FIBRAS DE AÇO 14

I.8 - MADEIRAS PARA COFRAGENS E ESTRUTURAS 14

I.9 - AÇOS MACIOS 17

I.10 - GEOTÊXTIL 20

I.11 - DRENOS GEOCOMPÓSITOS 21

I.12 - DRENOS SUB-HORIZONTAIS 21

I.13 - BRITA PARA SISTEMAS DRENANTES 22

I.14 - TUBAGEM DE PVC 22

I.15 - MANILHAS E MEIAS MANILHAS DE BETÃO PRÉ-FABRICADAS 23

I.16 - SOLOS PARA ATERRO NO TARDOZ E SOBRE SAPATAS DE MUROS DE SUPORTE 23

I.17 - MARCAS TOPOGRÁFICAS PARA MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS 24

I.18 - INCLINÓMETROS 25

I.19 - MATERIAIS CONSTITUINTES DAS CAMADAS NÃO LIGADAS 26

I.20 - MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE 32

I.21 - REGAS BETUMINOSAS DE IMPREGNAÇÃO, COLAGEM OU CURA 46

I.22 - TRABALHOS ESPECIAIS DE PAVIMENTAÇÃO 46
I.23 - EQUIPAMENTO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - MARCAS RODOVIÁRIAS 47
I.24 - EQUIPAMENTO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - SINALIZAÇÃO VERTICAL 50
I.25 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - GUARDAS DE SEGURANÇA SEMI-FLEXIVEIS 54
I.26 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO A MOTOCICLISTAS ... 58
I.27 - TINTAS 60
I.28 - MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS 62
CAPÍTULO II - MODO DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS 63
II.1 - ESTALEIRO E TRABALHOS PREPARATÓRIOS 63
II.2 - LIMPEZA, DESMATAÇÃO, DESENRAIZAMENTO E DECAPAGEM 66
II.3 - ESCAVAÇÕES 69
II.4 - BETÕES 71
II.5 - ARGAMASSAS E CALDAS DE CIMENTO 83
II.6 - MOLDES, CIMBRES E ESCORAMENTOS 85
II.7 - ARMADURAS PARA BETÃO ARMADO 87
II.8 - FIBRAS DE AÇO 88
II.9 - BETÃO PROJECTADO ASSOCIADO A FIBRAS DE AÇO 90
II.10 - PREGAGENS SELADAS COM CALDA DE CIMENTO 95
II.11 - GEOTÊXTIL 97
II.12 - DRENOS GEOCOMPÓSITOS 98
II.13 - DRENOS SUB-HORIZONTAIS 98
II.14 - BUEIROS 99
II.15 - VALETAS EM BETÃO 99
II.16 - ATERROS NO TARDOZ E SOBRE SAPATAS DE MUROS DE SUPORTE 100
II.17 - PAVIMENTAÇÃO - MÉTODOS CONSTRUTIVOS 101
II.18 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - MARCAS RODOVIÁRIAS 150
II.19 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - SINALIZAÇÃO VERTICAL 154
II.20 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - GUARDAS DE SEGURANÇA SEMI-FLEXIVEIS 156
II.21 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - PROTEÇÃO PARA MOTOCICLISTAS 158
II.22 - BRITA EM SISTEMAS DE DRENAGEM 159

II.23 - MICROESTACAS.....159

II.24 - DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO.....160

II.25 - TRABALHOS NÃO ESPECIFICADOS 162

CAPÍTULO I - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS, NATUREZA, QUALIDADE, PROCEDÊNCIA, DIMENSÕES, CONDIÇÕES DE RECEPÇÃO E DE ARMAZENAMENTO

I.1 - PRESCRIÇÕES COMUNS A TODOS OS MATERIAIS

1 - ÂMBITO

Definição das características gerais a que devem satisfazer todos os materiais a empregar em obra.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

Todos os materiais que se empregarem nas obras terão a qualidade, dimensões, forma e demais características designadas no respectivo Projecto, com as tolerâncias regulamentares ou admitidas nestas Especificações Técnicas. Devem ser acompanhados de certificados de origem e obedecer ainda a:

- Sendo Nacionais, às normas portuguesas, documentos de homologação de laboratórios oficiais, regulamentos em vigor e especificações destas Especificações Técnicas;
- Sendo estrangeiros, às normas e regulamentos em vigor no país de origem, caso não haja normas nacionais aplicáveis;
- Estando actualmente a ser introduzidas várias normas europeias, algumas ainda como pré-normas e, portanto de aplicação simultânea com as normas nacionais em vigor, fica entendido que os materiais, na existência simultânea de duas normas, obedecerão obrigatoriamente à especificação mais severa, considerando-se, para tanto, não só os regulamentos citados e/ou pertinentes, mas também o estabelecido nestas Especificações Técnicas.

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

O Empreiteiro obriga-se a considerar que as exigências estabelecidas nestas Especificações Técnicas, relativas às especificações dos materiais (produtos) a empregar na Empreitada deverão ser rigorosamente observadas. Da mesma maneira, regerão as exigências a observar, nestas Especificações Técnicas, relativamente à aprovação e aplicação dos materiais.

No caso de se indicar neste projecto uma marca de produto, tal serve unicamente para referenciar o tipo ou estabelecer o padrão mínimo de qualidade do material em questão.

Todos os materiais necessários à obra serão directamente adquiridos ou explorados pelo Empreiteiro, sob a sua responsabilidade e encargo, e ficam sujeitos à aprovação da Fiscalização. Nenhum material pode ser aplicado em obra sem prévia autorização da Fiscalização.

O Empreiteiro fará prova de que todos os materiais possuem as características de qualidade exigidas pelas normas e regulamentos aplicáveis, em vigor à data de execução da empreitada, ainda que não expressamente referido, e justificará que a composição, o fabrico e os processos de aplicação são compatíveis com a respectiva finalidade.

O Empreiteiro, quando autorizado pela Fiscalização, poderá aplicar materiais diferentes dos previstos se a solidez, estabilidade, aspecto, duração e conservação da obra não forem prejudicados e se não houver alteração, para mais, no preço.

O facto da Fiscalização permitir o emprego de qualquer material não isenta o Empreiteiro da responsabilidade sobre o seu comportamento.

Dentro dum critério de equivalência de preço e qualidade dar-se-á preferência a materiais e produtos da indústria nacional.

Serão da conta do Empreiteiro todos os transportes, cargas, descargas, armazenamentos e aparcamentos, realizados de modo a evitar a mistura de materiais de tipos diferentes, bem como a sua conservação e todos os encargos com a arrumação dos materiais e seu acondicionamento.

Serão da conta do Empreiteiro as perdas de materiais no transporte, armazenamento e aplicação.

O Empreiteiro obriga-se a apresentar à Fiscalização, com a antecedência mínima de quinze dias em relação à data prevista de aplicação na obra, amostras de todos os materiais a empregar, acompanhadas de certificados de origem, os quais, depois de aprovados, servirão de padrão.

Cumpre ao Empreiteiro fornecer, em qualquer ponto do estaleiro e sem direito a retribuição, todas as amostras de materiais para ensaios laboratoriais que a Fiscalização pretenda efectuar.

A Fiscalização poderá, sempre que entender, mandar proceder a ensaios de controlo de qualidade dos materiais, desde que sobre eles haja dúvidas. Os encargos com estes ensaios serão da conta do Empreiteiro caso os resultados não comprovem a qualidade exigida para os materiais.

As amostras serão geralmente em triplicado e levarão as indicações necessárias à sua identificação.

As análises, provas e ensaios necessários serão sempre executados pelas entidades que a Fiscalização entender e por conta do Empreiteiro.

A aceitação e o controlo exercidos pela Fiscalização não reduzem a responsabilidade do Empreiteiro sobre os materiais utilizados.

Todos os resultados destes ensaios serão comunicados à Fiscalização, devendo o Empreiteiro respeitar as instruções que lhe forem dadas por escrito resultantes da análise dos resultados desses ensaios, nomeadamente e se for o caso, a interrupção da frente de trabalho onde estava prevista ou se estava a proceder à sua aplicação.

Após a interrupção de uma frente de trabalho esta só será retomada por ordem escrita da Fiscalização.

Os materiais que não satisfaçam as condições exigidas serão rejeitados, sem excepção, pela Fiscalização, e considerados como não fornecidos.

Os materiais rejeitados serão retirados pelo Empreiteiro do local dos trabalhos e dos terrenos do Dono da Obra, no prazo máximo de três dias após a data da comunicação escrita da rejeição, sem direito a qualquer indemnização ou prorrogação de prazos. A falta de cumprimento desta determinação confere à Fiscalização o direito de remover a encargo do Empreiteiro, pela forma que entender, os materiais rejeitados, cabendo ao Empreiteiro toda a responsabilidade pela eventual deterioração ou extravio.

4 - PROVENIÊNCIA E ARMAZENAGEM

Todos os materiais e produtos utilizados são fornecidos pelo Empreiteiro e provêem de locais ou fábricas que mereceram prévia concordância da Fiscalização. A falta desta concordância não será motivo para solicitações de aumento dos preços da Empreitada.

O Empreiteiro deve abastecer-se, armazenar e utilizar carburantes e outras matérias perigosas conforme a legislação, sendo o único responsável por todo o acidente que resulte da sua utilização e manipulação.

A Fiscalização reserva-se o direito de controlar todos os estaleiros e instalações do Empreiteiro e seus fornecedores relacionados com a obra, pelos seus próprios meios ou por organismos ou empresas da sua escolha. Aquele deverá facilitar o trabalho de controlo aos representantes da Fiscalização, que se apresentarão devidamente habilitados para tal. Estes controlos não diminuem em nada responsabilidade do Empreiteiro quanto à qualidade dos materiais e produtos.

Os materiais deterioráveis serão obrigatoriamente colocados em armazéns que ofereçam segurança e protecção aos agentes atmosféricos, à humidade do solo, do ambiente do local da obra e de todo o tipo de intempéries.

O Empreiteiro assegurará a guarda e conservação dos materiais durante o seu armazenamento e depósito. Rejeita-se qualquer responsabilidade por prejuízos que ocorram nos materiais a encargo do Empreiteiro ou nos trabalhos da Empreitada, antes da recepção provisória, sejam quais forem as circunstâncias que tenham originado tais prejuízos.

Todos os materiais que se deteriorarem e não apresentarem as características exigidas serão rejeitados e considerados como não fornecidos, devendo ser removidos do local da obra pelo Empreiteiro por sua conta. Caso o Empreiteiro não proceda à sua remoção, esta será assegurada pela Fiscalização, sendo todos os encargos daí resultantes da conta do Empreiteiro.

O Empreiteiro não poderá depositar no estaleiro da obra, sem autorização da Fiscalização, materiais ou equipamentos que não se destinem à execução dos trabalhos da Empreitada.

O Empreiteiro deve abastecer-se, armazenar e utilizar carburantes, explosivos e acessórios de tiro ou outros materiais perigosos em conformidade com a legislação em vigor, sendo o único responsável por todo e qualquer acidente que resulte da sua má utilização e manipulação.

I.2 - ÁGUA PARA BETÕES, ARGAMASSAS E LIGANTES HIDRÁULICOS E OPERAÇÕES DE REGA

1 - ÂMBITO

Definição das características e condições de aplicação da água na execução de betões, argamassas e de ligantes hidráulicos e em operações de rega de camadas não ligadas.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

2.1 - Legislação

Decreto nº 301/07, de 23 de Agosto, que estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos, assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão, de forma a contribuir para garantir a segurança destas estruturas, das pessoas e seus bens.

2.2 - Normas portuguesas

NP 409 - Colheita de amostras para análises físico-químicas
NP 413 - Água. Determinação do teor em sulfatos
NP 423 - Água. Determinação do teor em cloretos
NP 505 - Água. Determinação do teor em resíduos
NP 507 - Água. Determinação do teor em magnésio
NP 625 - Água. Determinação do teor em sódio. Método gravimétrico
NP 730 - Água. Determinação do teor em azoto amoniacal (Processo expedito)
NP 1414 - Águas. Determinação do consumo químico de oxigénio de águas em contacto com betões (Processo do dicromato de potássio)
NP 1415 - Águas. Colheita de amostras de águas de amassadura e de água em contacto com betões
NP 1416 - Águas. Determinação da agressividade para o carbonato de cálcio de águas de amassadura e de águas em contacto com betões
NP 1417 - Águas. Determinação do teor em sulfuretos totais de águas de amassadura e de águas em contacto com betões (Método volumétrico)
NP 1418 - Águas. Determinação do teor em sulfuretos dissolvidos de água de amassadura e de águas em contacto com betões (Método volumétrico)

2.3 - Especificações do LNEC

E 372 - Água de amassadura para betões. Características e verificação da conformidade

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

O Empreiteiro deverá proceder à recolha e acondicionamento das amostras e suportará todos os encargos com as determinações e análises a efectuar em laboratório credenciado.

A água a utilizar na obra, tanto na confecção como na cura de argamassas a aplicar, deverá obedecer escrupulosamente ao estabelecido nestas Especificações Técnicas e ao prescrito nas normas e regulamentações em vigor, em particular à Especificação LNEC E 372, não devendo em qualquer hipótese, conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam vir a afectar a presa, o endurecimento e a durabilidade das argamassas.

A água deverá ser, na generalidade, doce, limpa, incolor ou ligeiramente amarelada, sem óleos ou gorduras em filme ou em emulsão, não devendo conter detergentes, açúcares, ácidos e sais deliquescentes,

substâncias orgânicas ou quaisquer outras matérias estranhas em solução ou suspensão que possam prejudicar a aderência entre os vários elementos.

A água a utilizar na cura de argamassas não deverá apresentar uma elevada concentração de sais, de maneira a não exercer uma acção negativa, em termos de durabilidade, sobre o suporte, depois de se evaporar.

Em qualquer caso a água deverá ser previamente analisada, para que se tenha a certeza de ser adequada à utilização. Assim, os parâmetros da água a utilizar deverão satisfazer os limites indicados no Quadro 1 da Especificação LNEC E 372.

É expressamente proibida a utilização de água não ensaiada, ou salobra, ou de poços de água do mar ou de qualquer outra fonte, quer em amassaduras, quer em cura, limpeza e preparação de superfícies.

I.3 - INERTES PARA BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS E ARGAMASSAS HIDRÁULICAS

1 - ÂMBITO

Definição das condições a que devem obedecer os inertes a utilizar em betões de ligantes hidráulicos e argamassas hidráulicas.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

2.1 - Legislação

Decreto nº 301/07, de 23 de Agosto, que estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos, assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão, de forma a contribuir para garantir a segurança destas estruturas, das pessoas e seus bens

NP EN 206-1:2007/Emenda 1:2008 - Betão. Parte 1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade

Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho, que estabelece o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, ratificado pelo Decreto-Lei nº 357/85, de 2 de Setembro, e pela Declaração de Ratificação nº 29/9/84

2.2 - Normas Portuguesas

NP EN 12620:2002 + A1:2008 - “Aggregates for concrete”

NP EN 13055-1:2005 (Ed.1) - Agregados leves. Parte 1: Agregados leves para betão, argamassas e caldas de injecção

NP EN 13055-2:2004 (Ed.1) - Agregados leves. Partes 2: Agregados leves para misturas betuminosos e tratamentos superficiais e para aplicações em camadas de materiais não ligados ou ligados

NP 85 - Areias para argamassas e betões. Pesquisa da matéria orgânica pelo processo do ácido tânico

NP 86 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas muito finas e matérias solúveis

NP 581 - Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água de britas e godos

NP 953 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas leves

NP 954 - Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água de areias

NP 955 - Inertes para argamassas e betões. Determinação da baridade

NP 956 - Inertes para argamassas e betões. Determinação dos teores em água total e em água superficial
NP 957 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em água superficial de areias
NP 1039 - Inertes para argamassas e betões. Determinação da resistência ao esmagamento
NP 1040 - Pedras Naturais. Determinação da tensão de rotura por compressão da rocha
NP 1378 - Agregados. Ensaio de alteração pelo sulfato de sódio ou pelo sulfato de magnésio
NP 1379 - Inertes para argamassas e betões. Análise granulométrica
NP 1380 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas friáveis
NP 1381 - Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade potencial com os álcalis do ligante. Processo da barra de argamassa
NP 1382 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor de álcalis solúveis. Processo por espectrofotometria de chama
NP 2106 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfatos
NP 2107 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfuretos

2.3 - Especificações do LNEC

E 159 - Agregados. Determinação da reactividade potencial
E 196 - Solos. Análise granulométrica
E 222 - Agregados. Determinação do teor em partículas moles
E 223 - Agregados. Determinação do índice volumétrico
E 237 - Agregados. Ensaio de desgaste pela máquina de Los Angeles
E 251 - Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade com os sulfatos em presença do hidróxido de cálcio
E 253 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em halogenetos solúveis
E 355 - Inertes para argamassas e betões. Classes granulométricas
E 373 - Inertes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade
E 415 - Inertes para argamassas e betões. Determinação da reactividade potencial com os álcalis. Análise petrográfica

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

3.1 - Areia para Argamassas

A areia a utilizar na obra, na confecção de argamassas, deverá obedecer escrupulosamente ao estabelecido nestas Especificações Técnicas e ao prescrito na regulamentação em vigor, em particular a Especificação LNEC E 373, não devendo, em qualquer hipótese, conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam vir a afectar a durabilidade das argamassas projectadas. Deve assim possuir uma baridade entre os 1450 e os 1550 kg/m^3 e uma distribuição granulométrica com máxima dimensão do inerte (D) igual a 1,19 mm e a mínima dimensão do inerte (d) igual 0,297 mm.

O Empreiteiro apresentará, para prévia aprovação da Fiscalização, o plano de obtenção de areias, lavagem, proveniência, transporte e armazenagem, assim como a sua granulometria, a fim de se verificar a garantia da produção, fornecimento e manutenção das suas características, nas quantidades e dimensões exigidas.

A areia deverá apresentar resistência mecânica, forma e composição química adequadas para o uso a que se destina. Deverá ainda ser natural, rija, limpa, lavada e cirandada, se assim a Fiscalização julgar justificadamente necessário, isenta de terras, substâncias orgânicas, películas de argila ou qualquer outro revestimento que as isole do ligante, partículas moles, friáveis ou demasiadamente finas, matérias orgânicas e quaisquer outras impurezas.

As substâncias consideradas prejudiciais são:

- Elementos de dimensões inferiores a 75μm (partículas muito finas e matéria solúvel);
- Se estes elementos estiverem a envolver as areias, então estas deverão ser muito bem lavadas;
- Se estiverem soltos, só não é necessário proceder à lavagem se a sua percentagem não exceder o limite de 3% da quantidade de areia;
- A determinação do teor em partículas muito finas e matéria deve ser feita de acordo com a NP 86;
- Partículas friáveis, susceptíveis de se reduzirem a pó durante a amassadura, tais como conchas, bocados de argila aglomerada, etc.

A determinação do teor em partículas friáveis deve ser feita de acordo com a NP 1380.

3.2 - Matéria orgânica

A areia não deverá conter matéria orgânica em quantidade tal que, quando sujeita ao ensaio para a sua determinação, conforme a NP 85, produza uma cor mais escura que a cor padrão.

3.3 - Partículas de argila

As partículas de argila deverão obedecer às seguintes prescrições:

- Não deverão exceder o limite de 2% da quantidade de areia;
- A determinação do teor em partículas de argila será feita segundo a Especificação LNEC E 196;
- Partículas leves, tais como o carvão, lenhite, pedaços de madeira, etc.;
- Não deverão exceder o limite de 0,5% de quantidade de areia;
- A determinação do teor em partículas leves deve ser feita de acordo com a NP 953.

3.4 - Sulfatos, sulfuretos, cloretos e álcalis

Constitui obrigação do Empreiteiro proceder ao controle regular dos teores de sulfatos, sulfuretos, cloretos e álcalis contidos nas areias, para o que deverá cumprir com a frequência e a sistemática estabelecidas nos documentos pertinentes, a seguir relacionados:

- A determinação do teor de sulfatos deve ser feita de acordo com a NP 2106;
- A determinação do teor de sulfuretos deve ser feita de acordo com a NP 2107;
- A determinação do teor de cloretos será feita de acordo com a Especificação LNEC E253;
- A determinação do teor de álcalis deve ser feita de acordo com a NP 1382;
- A determinação da reactividade com os sulfatos será feita segundo a Especificação LNEC E 251.

As características físicas das areias, tais como o peso específico, absorção da água, baridade, percentagem de vazios e humidade deverão ser determinadas, de acordo com as normas aplicáveis, quando a Fiscalização o julgar necessário.

O armazenamento das areias em estaleiro deverá atender às seguintes exigências:

- Estar sobre betonilhas drenadas, de forma a uniformizar e assim manter o seu estado de humidade superficial, evitando a variação desta e a consequente necessidade de correcção da quantidade de água de amassadura a empregar na composição das argamassas;
- Ou, depositadas em silos, assentes sobre um enrocamento que garanta a eficiente drenagem e afastamento das águas (das chuvas e de molhagem de areia) precipitadas por gravidade.
- As areias deverão estar abrigadas e ordenadas segundo secções que respeitem diferentes origens e granulometrias, se este for o caso;
- Cada secção deverá ser bem identificada, com a sua clara designação, de forma a não se misturar com outras substâncias ou com outros tipos de inertes;
- Todas as fracções de areia que tenham de ser lavadas só poderão ser utilizadas, para o uso a que se destinam vinte e quatro horas após a lavagem. Esta operação deverá ser realizada em local suficientemente afastado do local de armazenamento.

3.5 - Materiais para base em agregado britado de granulometria extensa estabilizadas mecanicamente

- Agregado: o agregado deve ser constituído pelo produto de britagem de material explorado em formações homogéneas e ser isento de argilas, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas. Deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obrigatoriamente obtida a partir de pelo menos duas fracções distintas, será recomposta na instalação ou em obra, obedecendo ao seguinte fuso granulométrico (que deverá apresentar ainda uma forma regular):

PENEIRO ASTM	% ACUMULADA DEMATERIAL PASSADO
50 mm (2")	100
37,5 mm (1 1/2")	85-95
19,0 mm (3/4")	50 - 85
4,75 mm (4)	30 - 45
0,425 mm (40)	8 - 22
0,075 mm (200)	2 - 9

- Percentagem máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria F)..... 32(a)
- Limite de liquidez e índice de plasticidade .....NP
- Limite de liquidez e índice de plasticidade .....NP
- Equivalente de areia mínimo 50%

(a) No caso especial de granitos o desgaste na máquina de "Los Angeles" pode ser de 38% (Grau F).

- Material de preenchimento: O material a aplicar deve ser apenas de preenchimento e regularização superficial. Será constituído por produtos de britagem ou por saibro obedecendo ao seguinte:

- Granulometria - de acordo com o quadro seguinte:

PENEIRO ASTM	% ACUMULADA DE MATERIAL PASSADO
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (nº 4)	85 - 100
0,075 mm (nº 200)	5 - 12

- Limite de liquidez máximo e Índice de plasticidade.....NP
- Equivalente de areia mínimo 50%
- Percentagem máxima passada no peneiro nº 200 ASTM..... 12%

I.4 - CIMENTOS A UTILIZAR COMO LIGANTE HIDRÁULICO NO FABRICO DE BETÕES, ARGAMASSAS E CALDAS DE CIMENTO

1 - ÂMBITO

Definição das características do cimento a utilizar como ligante hidráulico no fabrico de betões, argamassas e caldas de cimento.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

2.1 - Legislação

Decreto-Lei nº 159/02, de 3 de Julho, que estabelece as condições a que devem obedecer o fabrico e a colocação no mercado dos cimentos e ligantes hidráulicos para betões, argamassas e caldas de injecção

Decreto Legislativo Regional nº 12/2004/M, que aprova a orgânica de Laboratório Regional de Engenharia Civil

Portaria nº 50/85, de 25 de Janeiro, que estabelece o Regulamento da Marca Nacional de Conformidade com as Normas de Cimentos

Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho, que estabelece o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, ratificado pelo Decreto-Lei nº 357/85, de 2 de Setembro, e pela Declaração de Ratificação nº 29/9/84

Decreto nº 301/07, de 23 de Agosto, que estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos, assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão, de forma a contribuir para garantir a segurança destas estruturas, das pessoas e seus bens

2.2 - Normas portuguesas

NP EN 197-1:2001 + A3:2008 (Ed.1) - Cimento. Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes

NP EN 206-1:2007/Emenda 1:2008 - Betão. Parte 1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade

NP 952 - Cimento "Portland" normal. Determinação do teor em magnésio. Processo complexométrico

EP 2064 - Cimentos. Definições, classes de resistências e características

NP 2065 - Cimentos. Condições de fornecimento e recepção

2.3 - Especificações do LNEC

E 49 - Cimento Portland. Determinação do teor em sulfuretos
E 56 - Cimento Portland. Determinação do teor em alcalis solúveis em água
E 59 - Cimento Portland. Determinação da perda ao fogo
E 60 - Cimento Portland. Determinação do resíduo insolúvel
E 61 - Cimento Portland. Determinação do teor em anidrido sulfúrico
E 64 - Cimento Portland. Determinação da massa específica

E 65 - Cimento Portland. Determinação da superfície específica
E 66 - Cimento Pozolânico. Ensaio de pozolanicidade
E 68 - Cimento Portland. Determinação do calor da hidratação
E 229 - Cimentos. Ensaio de expansibilidade em autoclave
E 231 - Cimentos. Determinação do teor em halogenetos

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

3.1 - Entregas em Obra

O cimento deverá ser, de preferência, nacional e de fabrico recente, devendo ser muito bem acondicionado, de forma a ser protegido contra a humidade, impurezas e intempéries.

O ligante será entregue em remessas não inferiores a uma tonelada, quer em sacos, quer a granel.

Em cada remessa, o Empreiteiro deve fornecer à Fiscalização um boletim de entrega indicando a quantidade, o número de remessa, o nome do fabricante, a data da moagem e o número do certificado de ensaio da fábrica relativo à mesma remessa.

O Empreiteiro deve providenciar para que as entregas sejam feitas com a frequência imposta pelo plano de trabalhos, a fim de ser assegurada a frescura e a suficiência do aglomerante e que não haja nenhuma suspensão ou retardamento dos trabalhos em consequência da sua falta.

3.2 - Aprovação ou Rejeição

A aprovação ou rejeição dos cimentos será feita no estaleiro da obra, em conformidade com os resultados das determinações e ensaios de recepção. A regra de decisão para a aprovação ou rejeição dos cimentos é a seguinte: aprova-se o lote se todos os ensaios forem satisfatórios; rejeita-se em caso contrário.

Serão rejeitados os sacos de cimento cujo invólucro não esteja em bom estado quer à entrada para o armazém quer à saída para aplicação. Para além disso, todo o cimento que se apresente endurecido ou com nódulos correspondentes a princípio de hidratação será rejeitado.

Para se conseguir cor uniforme em todos os paramentos que ficam à vista utilizar-se-á apenas o cimento com a mesma cor e proveniente da mesma origem.

3.3 - Armazenamento

Deverá ser mantido um livro de registo do movimento de cimentos armazenados de forma que, em qualquer momento, se possa identificar cada remessa.

O cimento deverá ser armazenado de tal forma que possa ser utilizado segundo a ordem de entrega, sendo ainda que o tempo de armazenamento não excederá 90 dias.

O cimento fornecido a granel deverá ser armazenado em silos estanques à humidade e adequadamente equipados com termómetros. Quando fornecido em sacos ter-se-á que:

- Este deverá ser saco de papel impermeabilizado, com a marca do Fornecedor e a marca de qualidade perfeitamente estampadas, permitindo a fácil inspecção e diferenciação de cada lote armazenado, para excluir qualquer possibilidade de engano;
- Após a recepção em obra, os sacos de cimento não poderão ser armazenados a céu aberto, mas sim em local protegido da humidade e das impurezas, seco, com ventilação adequada, tomando-se todos os cuidados indicados na NP EN 206-1;
- Cada saco de cimento deve conter o peso líquido de 50 kg, com tolerância de 2%.

I.5 - ADJUVANTES E ADITIVOS PARA BETÕES

1 - ÂMBITO

Definição das condições a que obedecerão os aditivos para betões, incluindo as condições de aplicação.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

2.1 - Legislação

Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho, que estabelece o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, ratificado pelo Decreto-Lei nº 357/85, de 2 de Setembro, e pela Declaração de Ratificação nº 29/9/84

Decreto nº 301/07, de 23 de Agosto, que estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos, assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão, de forma a contribuir para garantir a segurança destas estruturas, das pessoas e seus bens

2.2 - Normas Portuguesas

NP EN 196-1 - Métodos de ensaio de cimentos. Determinação das resistências mecânicas
NP EN 196-2 - Métodos de ensaio de cimentos. Análise química de cimentos
NP EN 196-3 - Métodos de ensaio de cimentos. Determinação do tempo de presa e da expansibilidade
NP EN 196-6 - Métodos de ensaio de cimentos. Determinação da finura
NP EN 196-21 - Métodos de ensaio de cimentos. Determinação do teor em cloretos, dióxido de carbono e álcalis nos cimentos
NP EN 206-1:2007/Emenda 1:2008 - Betão. Parte 1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade
NP EN 450-1:2006 (Ed.1) - Cinzas volantes para betão. Parte 1: Definição, especificações e critérios de conformidade
NP EN 451 - Métodos de ensaio das cinzas volantes
NP EN 934-1:2008 (Ed.1) - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injecção. Parte 1: Requisitos gerais.
NP EN 12878:2005 (Ed.2) - Pigmentos para a coloração de materiais de construção à base de cimento e/ou cal. Especificações e métodos de ensaio
NP EN 13263-1:2007 (Ed.1) - Sílica de fumo para betão. Parte 1: Definições, requisitos e critérios de conformidade
NP 87 - Consistência do betão. Ensaio de abaixamento
NP 1381 - Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade potencial com os álcalis do ligante. Processo da barra de argamassa
NP 1386 - Betões. Determinação do teor de ar do betão fresco. Processo pneumático
NP 2106 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfatos
NP 2107 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfuretos
NP 4220 - Pozolanas para betão. Definições, especificações e verificação da conformidade
NP 4242 - Métodos de ensaio de cinzas volantes. Finura por peneiração húmida

2.3 - Normas Internacionais

ISO 9556 - "Aciers et fontes - Dosage du carbone total. Méthode par absorption dans l'infrarouge après combustion dans un four à induction"
ISO 9812 - Betão fresco. Determinação da consistência. Ensaio de espalhamento

2.4 - Especificações LNEC

E 61 - Cimentos. Determinação do teor em sulfatos
E 64 - Cimentos. Determinação da massa volúmica
E 226 - Betão. Ensaio de compressão
E 253 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em halogenetos solúveis
E 374 - Adjuvantes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade
E 375 - Escória granulada de alto-forno moída para betões. Características e verificação da conformidade
E 376 - Filer calcário para betões. Características e verificação da conformidade
E 377 - Sílica de fumo para betões. Características e verificação da conformidade
E 378 - Betões. Caracterização de vazios por método microscópico
E 384 - Escória granulada de alto-forno moída para betões. Determinação do teor de material vítreo por difracção de raios X
E 385 - Filer calcário para betões. Determinação do valor do azul de metileno
E 386 - Filer calcário para betões. Determinação do teor de carbono orgânico total (TOC)
E 412 - Materiais em pó. Determinação da superfície específica. Método de BET

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

O Empreiteiro poderá utilizar na composição do betão, a seu encargo, aditivos, nomeadamente, aceleradores de presa e plastificantes, desde que justifique a sua necessidade perante a Fiscalização e que satisfaça o disposto na NP EN 206-1. Em qualquer caso, o Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização os aditivos que pretende utilizar, os quais deverão ser fornecidos de preferência no estado líquido e em proporções fixadas segundo recomendações do fabricante.

Deverão ser apresentados à Fiscalização resultados comprovativos da eficácia dos aditivos com base em ensaios dos betões utilizados na obra. Em qualquer caso, não é permitida a utilização de aditivos com base em cloretos, designadamente cal ou quaisquer produtos corrosivos.

Nos betões de elementos em contacto com água do mar ou rios deverá ser adicionada diatomite na percentagem de 5% do peso de cimento ou outro produto previamente autorizado pela Fiscalização.

O armazenamento de aditivos deve ser feito de modo a que estejam devidamente abrigados de intempéries, humidades e calor, devendo ser ensaiada de cada fornecimento de aditivo uma amostra representativa. Não serão aceites aditivos com idade superior a 6 (seis) meses de fabricação a menos que sejam reensaiados para verificação da sua eficiência.

Qualquer lote de aditivo que não satisfaça as condições impostas pela Fiscalização (condições essas a definir aquando do pedido de utilização de aditivos pelo Empreiteiro) será rejeitado.

A utilização de aditivos em peças pré-esforçadas não é, em princípio, admitida, salvo casos devidamente justificados perante a Fiscalização. Se, para estas condições, for admitida a utilização de aditivos, essa será sempre em quantidades baixas, garantindo uma completa homogeneização da massa.

I.6 - ENROCAMENTO

1 - ÂMBITO

Definição da proveniência e das características do enrocamento a utilizar no betão ciclópico.

2 - PRESCRIÇÕES

Os enrocamentos a utilizar serão provenientes da escavação a realizar ou de pedreiras, sendo que a sua utilização não poderá ser feita sem prévia aprovação da Fiscalização. Os materiais a utilizar no enrocamento devem obedecer às seguintes características:

- O diâmetro máximo dos blocos deverá ser 0,50 m;
- A percentagem de finos (%<#200) deverá ser inferior a 5%;
- Coeficiente de permeabilidade superior a 10^{-4} cm/s.

Não é permitida a inclusão de materiais alterados e/ou decompostos, mesmo em pequenas quantidades.

3 - ENSAIOS

Os materiais obtidos de pedreiras serão submetidos aos seguintes ensaios laboratoriais, que permitem uma caracterização dos materiais através de propriedades índice:

- Resistência ao esmagamento ou de carga pontual (Point Load Test);
- Porosidade e massa volúmica;
- Absorção de água;
- Perda por desgaste (Ensaio de “Los Angeles”);
- Análise granulométrica.

Serão realizados pelo Empreiteiro e da sua conta, os ensaios acima referidos, necessários à apreciação da qualidade dos materiais de enrocamento a utilizar.

Os ensaios de resistência ao esmagamento, ou de carga pontual, porosidade, peso volúmico e absorção de água serão executados segundo as normas em vigor no LNEC, e os ensaios de desgaste (Los Angeles) segundo a especificação LNEC E 237 (Agregados. Ensaios de desgaste pela máquina de Los Angeles). A metodologia para a realização das análises granulométricas será a seguinte:

- Todo o material destinado ao ensaio é cuidadosamente pesado;
- Os blocos retidos no peneiro 24” (0,60 m) serão individualmente pesados e medidos segundo três direcções perpendiculares;
- Os blocos entre 24” (0,60 m) e 16” (0,15 m) serão individualmente passados pelos peneiros de 12” e 6” pesando-se o material retido em cada peneiro;

- O material que passa no peneiro 6" é peneirado segundo a Especificação LNEC E 196 (Solos. Análise granulométrica).
- O Empreiteiro poderá propor à aprovação da Fiscalização outra metodologia para a realização dos ensaios granulométricos.
- O Empreiteiro deverá dispor de meios humanos e equipamentos para a execução dos ensaios de classificação de qualidade do material de enrocamento.
- O tipo e o número de ensaios a realizar à custa do Empreiteiro serão definidos pela Fiscalização.
- O Empreiteiro poderá propor à aprovação da Fiscalização a realização de alguns dos ensaios em laboratórios exteriores à obra, não podendo todavia invocar este facto para justificar atrasos no fornecimento de resultados.
- Os resultados destes ensaios e as características granulométricas permitirão classificar o enrocamento disponível.

I.7 - FIBRAS DE AÇO
1 - ÂMBITO

Definição das características e condições de aplicação de fibras de aço em betão projectado.

2 - PRESCRIÇÕES GERAIS

As fibras de aço serão em aço trefilado, do tipo 65/35 (relação comprimento-diâmetro/comprimento), respeitarão a norma EN 14889-1, e terão obrigatoriamente de cumprir as seguintes características:

- Comprimento: 35 mm;
- Diâmetro: 0,55 mm;
- Resistência à tracção mínima: 1.800 N/mm^2;
- Módulo de elasticidade mínimo: 200 GPa (com tolerância de $\pm$ 2%.)

Deverão apresentar secção circular e as extremidades em forma de gancho de forma a conseguir-se um efeito de ancoragem nos extremos de cada fibra.

As fibras de aço serão fornecidas em grupos, coladas em pente de modo a evitar a formação de aglomerações (novelos) que possam afectar a distribuição uniforme das fibras no revestimento de betão projectado. O processo de mistura do betão só será dado por concluído quando todos os pentes de fibras se tenham separado em fibras individuais.

As fibras fornecidas em sacos de grandes dimensões serão adicionadas à mistura do betão por meio de um equipamento de dosagem automática.

I.8 - MADEIRAS PARA COFRAGENS E ESTRUTURAS
1 - ÂMBITO

Definição das características e condições de emprego a que devem satisfazer as madeiras a utilizar nos vários trabalhos de construção, como cofragens dos elementos a betonar.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

2.1 - Legislação

Decreto nº 46 318/65, de 29 de Abril - Regulamento do Exercício da Indústria de Serração de Madeiras

2.2 - Normas portuguesas

NP 180 - Anomalias e defeitos da madeira
NP 480 - Madeira serrada de resinosas. Dimensões - Termos e definições
NP 481 - Madeira serrada de resinosas. Dimensões - Métodos de medição
NP 482 - Madeira serrada de resinosas. Dimensões nominais
NP 486 - Madeira serrada de resinosas. Tolerâncias nas dimensões
NP 614 - Madeiras. Determinação do teor em água
NP 615 - Madeiras. Determinação da retracção
NP 616 - Madeiras. Determinação da massa volúmica
NP 617 - Madeiras. Determinação da dureza
NP 618 - Madeiras. Ensaio de compressão axial
NP 619 - Madeiras. Ensaio de flexão estática
NP 620 - Madeiras. Ensaio de flexão dinâmica
NP 621 - Madeiras. Ensaio de tracção transversal
NP 622 - Madeiras. Ensaio de fendimento
NP 623 - Madeiras. Ensaio de corte
NP 890 - Madeiras de resinosas. Nomenclatura comercial
NP 987 - Madeiras serradas - Medição de defeitos
NP 1877 - Madeiras redondas - Classificação por dimensões
NP 1881 - Madeiras redondas - Métodos de medição
NP 3229 - Madeiras redondas de resinosas - Classificação por qualidade

2.3 - Normas europeias

EN 844-1 - “Round and sawn timber - Terminology - Part 1: General terms common to round timber and sawn timber”
EN 844-3 - “Round and sawn timber - Terminology - Part 3: General terms relating to sawn timber”

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

3.1 - Características das madeiras para moldes e cimbres

As madeiras para moldes devem ser aplainadas e tiradas de linha e possuir secções que permitam assegurar a indeformabilidade dos moldes durante as operações de betonagem. Regra geral, terão uma espessura não inferior a 3 cm e as juntas serão a meia madeira, para que as superfícies exteriores das peças de betão resultem perfeitamente lisas e isentas de cavidades, com vista a dispensar-se a aplicação de rebocos de argamassa.

As madeiras a empregar devem ser bem cerneiras, não ardidas, sem nós vidiosos, isentas de caruncho, fendas ou falhas que possam comprometer a sua resistência.

Devem ser de primeira escolha, isto é, seleccionadas para que, mesmo os pequenos defeitos (nós, fendas, etc.) não ocorram com grande frequência nem com grandes dimensões, nem em zonas das peças em que venham a instalar-se as maiores dimensões.

Devem ser de quina viva e bem desempenadas, permitindo-se em casos a fixar pela Fiscalização, o emprego de peças redondas em prumos ou escoras, desde que para tal não comprometa a segurança ou a perfeição do trabalho.

Os calços ou cunhas a aplicar devem ser de madeira dura.

Se forem utilizados cavaletes de madeira, não é permitido o emprego de peças de peso específico excessivamente baixo, não podendo ser inferior a três, o número de anéis de crescimento da madeira, sendo preferível que seja igual ou próximo de seis.

As madeiras a empregar em obras auxiliares tais como pontes de serviço, andaimes, escoramentos, estrados, etc., terão qualidades e dimensões adequadas aos fins a que se destinam, segundo as regras da arte e o consenso geral.

As determinações e ensaios a que as madeiras devem ser submetidas para a sua completa caracterização e aprovação, sempre que a Fiscalização o exigir, são as definidas pelas normas portuguesas atrás listadas.

3.2 - Madeiras para estruturas
3.2.1 - Características

As madeiras para estruturas deverão ser duras, com reconhecida resistência natural ao ataque de fungos, insectos e moluscos xilófagos (neste caso quando mergulhados no mar abaixo do nível médio).

A Fiscalização poderá permitir o uso de madeiras que não obedeçam às características de dureza e de resistência natural antes referida, desde que sejam tratadas com preservativos adequados, tais como a) produtos à base de sais de cobre; b) Creosote; c) Solução de creosote e alcatrão ou "epoxy-alcatrão".

Neste último caso, a mínima retenção de preservativo deve ser de 300 kg/m³;

As madeiras para pavimentos de passadiços metálicos, flutuantes ou não, deverão ser duras e imputrescíveis, de preferência madeiras exóticas.

3.2.2 - Determinações e ensaios de recepção

As determinações e ensaios a que as madeiras devem ser submetidas para a sua completa caracterização e aprovação, sempre que a Fiscalização o exigir, são as definidas pelas normas portuguesas atrás listadas. As tensões exigidas serão as seguintes (kgf/cm²):

- Flexão 70
- Compressão paralela 40
- Compressão perpendicular 30
- Corte longitudinal 7

I.9 - AÇOS MACIOS

1 - ÂMBITO

Definição das características a que deverão obedecer os vários tipos de aço utilizados em obra.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

2.1 - Legislação

Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP)
Decreto nº 46 160/65, de 19 de Janeiro - Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE)
Eurocódigo 3 - "Design of Steel Structures" - CEN, 2005

2.2 - Normas Portuguesas

NP 173:1996 (Ed.3) - Materiais metálicos. Ensaio de dobragem
NP 1844:1982 (Ed.1) - Cabos de aço para uso corrente. Características
NP EN 10002-1:2006 (Ed.2) - Materiais metálicos. Ensaio de tracção. Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente
NP EN 10016 - 1:2005 (Ed.1) - Fio laminado de aço não ligado para trefilagem e/ou laminagem a frio. Parte 1: Requisitos gerais
NP EN 10016 - 2:2005 (Ed.1) - Fio laminado de aço não ligado para trefilagem e/ou laminagem a frio. Parte 2: Requisitos específicos de fios laminados de uso geral
NP EN 10016 - 3:2005 (Ed.1) - Fio laminado de aço não ligado para trefilagem e/ou laminagem a frio. Parte 3: Requisitos específicos dos fios laminados de aço efervescente ou pseudo-efervescente com baixo teor em carbono
NP EN 10016 - 4:2005 (Ed.1) - Fio laminado de aço não ligado para trefilagem e/ou laminagem a frio. Parte 4: Requisitos específicos do fio laminado para aplicações especiais
NP EN 10025-2:2007 (Ed.1) – Produtos laminados a quente de aços de construção. Parte 2: Condições técnicas de fornecimento para aços de construção não ligados
NP EN 10045-1:1990 (Ed.1) – Materiais metálicos. Ensaio de choque em provete entalhado Charpy. 1ª Parte: Método de ensaio
NP EN 10218-1:2007 (Ed.1) - Arames e produtos trefilados de aço. Generalidades. Parte 1: Métodos de ensaio
NP EN 10218-2:2007 (Ed.1) - Arames e produtos trefilados de aço. Generalidades. Parte 2: Medidas e tolerâncias
NP EN 10244-2:2007 (Ed.2) - Arames e produtos trefilados de aço. Revestimentos metálicos não ferrosos em arames de aço. Parte 2: Revestimentos de zinco ou ligas de zinco
NP EN 1548:2008 (Ed.1) - Membranas de impermeabilização flexíveis. Membranas de plástico e de borracha para impermeabilização de coberturas. Método de exposição ao betume
NP ISO 68-1:2007 (Ed.1) - Roscas ISO para usos gerais. Perfil de base. Parte 1: Roscas métricas
NP ISO 262:2008 (Ed.1) - Roscas métricas ISO para usos gerais. Tamanhos escolhidos para parafusos e porcas
NP ISO 724:2008 (Ed.1) - Roscas métricas ISO para usos gerais. Dimensões de base
NP ISO 965-1:2008 (Ed.1) - Roscas métricas ISO para usos gerais. Tolerâncias. Parte 1 - Princípios e dados de base

2.3 - Outros

EN 741:2000 - Equipamentos e sistemas de manejo contínuo. Requisitos de segurança para os sistemas e seus componentes para o manejo pneumático dos produtos a granel
EN 2078:2001 (Ed.2) - "Aerospace series. Metallic materials. Manufacturing schedule, inspection schedule, inspection and test report. Definition, general principles, preparation and approval"

EN 10060:2003 (Ed.1) - “Hot rolled round steel bans for general purposes. Dimensions and tolerances on shape and dimensions”
EN 10080:2005 (Ed.1) - Aços para armaduras de betão armado. Aços soldáveis para betão armado. Generalidades
EN 10204/A1:1995 - “Metallic products. Types of inspection documents”
EN 10223-3:1997 (Ed.1) - “Steel wire and wire products for fences”. Part 3: Hexagonal steel wire netting for engineering purposes
EN 10264-2:2002 (Ed.1) - “Steel wire and wire products. Steel wire for ropes. Part 2: Cold drawn non alloy steel wire for ropes for general applications”
EN 3060:2007 (Ed. 1) - “Aerospace series. Bearings, airframe rolling. Rigid single row ball bearings in steel, cadmium plated, with flanged alignment housing, cadmium plated - Dimensions and loads”
EN ISO 1641 - “Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods”
EN ISO 6506-1:1999 - “Metallic materials. Brinell hardness test. Part 1: Test method”
EN ISO 6507-1:2005 (Ed.2) - “Metallic materials. Vickers hardness test. Part 1: Test method”
EN ISO 6508-1:2005 - (Ed.2). “Metallic materials. Rockwell hardness test. Part 1: Test method”
BS 1052:1980 - “Specification for mild steel wire for general engineering purposes”
DIN 6899:1988 - “Steel thimbles for fibre ropes”
ISO 2408:2004 - “Steel wire ropes for general purposes - Minimum requirements”
UNE 36730:2006 - “Gaviones y gaviones recubrimiento de enrejado hexagonal de alambre de acero galvanizado o galvanizado y recubrimiento de PVC”

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

3.1 - Aço em varões para betão armado

O aço das armaduras para betão armado, da classe A500NR (diâmetros especificados no projecto) será em varão redondo, laminado a quente, devendo obedecer às prescrições em vigor que forem aplicáveis. Os varões deverão possuir marcas indeléveis que permitam a sua fácil identificação em obra.

O aço deve ser de um tipo homologado, isento de zincagem, pintura, alcatrão, argila, óleo, ferrugem solta ou outras substâncias que sejam prejudiciais à sua adesão ao betão, obedecendo às prescrições REBAP.

Caso a Fiscalização considere necessário realizar ensaios sobre varões de aço estes deverão ser de tracção, sobre provetes proporcionais longos e de dobragem, efectuados de acordo com as normas portuguesas em vigor, respectivamente a NP EN 10002-1 e a NP 173, conforme estipulado nos artigos 21º e 22º do REBAP e ainda os ensaios necessários para satisfazer o disposto nos artigos 154º a 157º e 174º do mesmo regulamento.

Os aços a aplicar serão obrigatoriamente ensaiados em laboratórios oficiais e credenciados antes do seu armazenamento em obra.

No caso de se pretenderem efectuar emendas nos varões por soldadura deverão realizar-se ensaios com a finalidade a que se referem os artigos 21º e 156º do regulamento acima referido.

3.2 - Aço em pregagens

O aço das pregagens a realizar deverá obedecer ao definido para o aço em varões para betão armado nestas Especificações Técnicas. Os varões deverão ter o diâmetro especificado no projecto.

Deverá ser galvanizado ou ter outro tratamento anti-corrosão, caso o Empreiteiro sugira e a Fiscalização aprove.

3.3 - Aço em estruturas metálicas

O aço a utilizar será de textura compacta e homogénea, de grão fino, isento de fendas, inclusões ou outros defeitos prejudiciais à sua utilização.

Os perfis, os tubos, as barras e as chapas de aço deverão apresentar-se nas formas prescritas, desempenados, e deverão respeitar as tolerâncias gerais para o fabrico e ser galvanizados.

O aço em perfis, tubos, barras e chapas a utilizar em estruturas soldadas, deverá, além do acima prescrito, apresentar características de soldabilidade, a comprovar por laboratório oficial, especificadas pelas respectivas normas de qualidade, ou as especificadas pelo Anexo I ao REAE.

As dimensões e respectivas tolerâncias dos perfis, tubos, barras e chapas, deverão respeitar as normas que lhes respeitam.

3.4 - Aço em parafusos, porcas, anilhas e pernos roscadas

As dimensões e tolerâncias dos parafusos e pernos roscados são as especificadas nas normas NP ISO 262, NP ISO 724, NP ISO 68-1 e NP ISO 965-1.

Os parafusos, porcas, anilhas e pernos roscados deverão ser galvanizados e fabricados por casas da especialidade. O Empreiteiro deverá informar a Fiscalização qual o fabricante escolhido.

Os parafusos brutos só podem ser utilizados nas ligações em que não seja inconveniente os elementos a ligar jogarem entre si.

Os parafusos terão na parte roscada o comprimento correspondente à espessura da porca e da anilha acrescido de 3 mm. A transição entre a zona roscada e a zona lisa da espiga deve ficar dentro da espessura da anilha.

O furo da porca será centrado e em esquadria com as bases, que serão planas. As anilhas também serão planas, com espessura mínima de 3 mm e o diâmetro interior superior em 2 mm aos dos parafusos.

Os parafusos serão obrigatoriamente munidos de anilhas do lado das porcas. No caso de, excepcionalmente, o aperto da ligação se fazer pela cabeça do parafuso, deverá colocar-se uma anilha desse lado.

3.5 - Material de adição para soldadura

O material de adição para soldadura deverá possuir as características definidas no artigo 19º e Anexo I do REAE ou as correspondentes às normas portuguesas e normalização internacional aceite (AWS - ASTM 233 e AWS - ASTM 559). Em particular, deverão ser respeitadas as seguintes normas:

NP EN 1597-1:2000 (Ed.1) - Consumíveis para soldadura. Métodos de ensaio. Parte 1: Corpos de prova para provetes de metal de soldadura, sem diluição em aço e em níquel e suas ligas
NP EN 1597-2:2000 (Ed.1) - Consumíveis para soldadura. Métodos de ensaio. Parte 2: Preparação de corpos de prova para provetes de ensaios em aço, nas técnicas de passe único e de dois passes
NP EN 1597-3:2000 (Ed.1) - Consumíveis para soldadura. Métodos de ensaio. Parte 3: Ensaios da capabilidade posicional em soldadura de canto dos consumíveis para soldadura
EN ISO 544:2003 (Ed.1) - "Welding consumables. Technical delivery conditions for welding filler materials. Type of product, dimensions, tolerances and markings"

Caso se utilize soldadura por arco eléctrico com eléctrodo revestido (SER) só será permitida a soldadura com eléctrodos com revestimento básico (AWS/E7018). Neste caso os eléctrodos deverão ser secos antes da sua utilização e só serão retirados da estufa à medida que forem sendo utilizados.

De cada lote de consumíveis será entregue à Fiscalização o respectivo certificado do fornecedor.

3.6 - Aço em chapa perfilada

As características mecânicas mínimas do material base deverão corresponder às do Fe 360-B de acordo com a NP EN 10025-2:2007.

A chapa de aço será protegida contra a corrosão, por galvanização segundo o processo "Sendzimir". A camada de zinco em ambas as faces não deverá ter uma espessura inferior a 25µ (175 g/m²).

As nervuras da chapa perfilada poderão ser obtidas por perfilagem a frio, estampagem ou quinagem.

I.10 - GEOTÊXTIL

1 - ÂMBITO

Definição das características do geotêxtil, bem como as suas condições de armazenamento.

2 - PRESCRIÇÕES

O geotêxtil a utilizar nos sistemas de drenagem subsuperficial deverá exercer a função de filtro através de características de boa permeabilidade à água e capacidade de retenção das partículas do solo (incluindo as mais finas) sem colmatação dos poros. As características de permeabilidade à água deverão manter-se inalteráveis mesmo quando sujeitos a pressões elevadas.

O geotêxtil será de polipropileno (PP) com gramagem superior a 200g/cm², com permeabilidade (permissividade) maior que 10^{-5} cm/s e com diâmetro eficaz dos poros Dw (segundo o ensaio de porometria do Franzius Institute) menor que 100 µm. De qualquer modo, o Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização o tipo e características do geotêxtil que se propõe utilizar.

O armazenamento dos rolos de geotêxtil em obra será feito pelo Empreiteiro em local apropriado devendo apenas retirar-se o revestimento de protecção da fábrica no início da sua colocação. Deverão ser tomados os cuidados especiais para evitar uma exposição directa prolongada do geotêxtil à acção dos raios solares, poeiras, solos argilosos, ou outros factores que possam afectar a sua qualidade.

O geotêxtil a utilizar deverá ser durável e imputrescível, mantendo-se inalterável sob a acção dos agentes físicos e químicos do meio em que será colocado.

I.11 - DRENOS GEOCOMPÓSITOS

1 - ÂMBITO

Definição das características e condições de armazenamento dos drenos geocompósitos.

2 - PRESCRIÇÕES

O Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização o tipo e características dos geocompósitos que se propõe utilizar, devendo observar as seguintes características mínimas:

- Geotêxtil em polipropileno não tecido, com capacidade de drenagem superior a 6.500 l/min/m, com uma resistência à tracção superior a 440 N e com uma resistência ao punçoamento superior a 285 N;
- Núcleo drenante em poliestireno de elevado impacto (HIPS) com espessura superior a 10 mm, com resistência à compressão superior a 700 kPa e com capacidade de vazão superior a 200 l/min/m.

As características de permeabilidade e de resistência dos geocompósitos deverão manter-se inalteráveis mesmo quando sujeitos a pressões elevadas. Estes deverão ainda ser duráveis e imputrescíveis, mantendo-se inalteráveis sob a acção dos agentes físicos e químicos do meio em que serão colocados.

O geotêxtil acoplado deverá exercer a função de filtro através de características de boa permeabilidade à água e capacidade de retenção das partículas do solo (incluindo as mais finas) sem colmatar os poros.

O armazenamento dos rolos de geocompósito em obra será feito pelo Empreiteiro em local apropriado devendo apenas retirar-se o revestimento de protecção da fábrica no início da sua colocação. Deverão ser tomados os cuidados especiais para evitar uma exposição directa prolongada do geocompósito à acção dos raios solares, poeiras, solos argilosos, ou outros factores que possam afectar a sua qualidade.

I.12 - DRENOS SUB-HORIZONTAIS

1 - ÂMBITO

Definição das características e das condições de armazenamento dos drenos sub-horizontais.

2 - PRESCRIÇÕES

Os drenos a introduzir em furos sub-horizontais deverão ser constituídos por um tubo de PVC canelado e perfurado envolvido por um geotêxtil. Deverão ter um revestimento da zona exterior com tubo PVC. As dimensões serão as apresentadas no projecto.

O geotêxtil deverá exercer a função de filtro através de características de boa permeabilidade à água e capacidade de retenção das partículas do solo (incluindo as mais finas) sem colmatação dos poros, sendo que as características de permeabilidade à água deverão manter-se inalteráveis ao longo do tempo.

O Empreiteiro submeterá à aprovação da Fiscalização o tipo e características do dreno a utilizar, sendo que este deverá ser durável e imputrescível, mantendo-se inalterável sob a acção dos agentes físicos e químicos do meio em que será colocado.

O armazenamento dos materiais em obra será feito pelo Empreiteiro em local apropriado. Deverão ser tomados cuidados especiais para evitar uma exposição directa prolongada do dreno à acção dos raios solares, poeiras, solos argilosos, ou outros factores que possam afectar a sua qualidade.

I.13 - BRITA PARA SISTEMAS DRENANTES

1 - ÂMBITO

Definição das características da brita a utilizar em sistemas de drenagem.

2 - PRESCRIÇÕES

A brita a utilizar deverá ser bem lavada e isenta de substâncias prejudiciais e praticamente inalterável sob a acção dos agentes atmosféricos, devendo a sua dimensão situar-se entre 20 e 30 mm.

Aos materiais britados são aplicáveis as NP e as Especificações do LNEC relativas a estes materiais. De uma maneira geral, deverão possuir as seguintes características:

- Resultar de materiais rijos e sãos;
- Resistência mecânica e composição química adequadas à utilização a que se destinam;
- Ausência de elementos friáveis, de terra, de matéria orgânica e outras impurezas em quantidades prejudiciais ao fim proposto;
- Forma não lamelar nem alongada.

O Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização a origem e a composição granulométrica dos materiais a empregar nos sistemas drenantes.

I.14 - TUBAGEM DE PVC

1 - ÂMBITO

Definição das características da tubagem de PVC.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

NP 235 - Tubagem de PVC - diâmetros exteriores e pressões nominais

3 - PRESCRIÇÕES

Os tubos PVC serão utilizados em bueiros e em drenos sub-horizontais, com as dimensões e a pormenorização definidas no projecto - para os elementos drenantes, o tubo será canelado e perfurado.

I.15 - MANILHAS E MEIAS MANILHAS DE BETÃO PRÉ-FABRICADAS

1 - ÂMBITO

Definição das características das manilhas e meias manilhas betão pré-fabricadas.

2 - PRESCRIÇÕES GERAIS

As meias manilhas em betão do sistema de drenagem superficial serão do tipo Cavan ou equivalente, com os diâmetros definidos no projecto, devendo respeitar as normas oficiais aplicáveis.

Nas ligações, assentamento e envolvimento das meias manilhas e manilhas será usado betão simples.

I.16 - SOLOS PARA ATERRO NO TARDOZ E SOBRE SAPATAS DE MUROS DE SUPORTE

1 - ÂMBITO

Definição da proveniência e das características dos solos a utilizar na execução dos aterros a realizar no tardoz do muro de suporte e sobre os sistemas de drenagem subsuperficial.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

São aplicadas as NP e Especificações do LNEC relativas a estes materiais.

3 - PRESCRIÇÕES

Os solos a utilizar nos aterros no tardoz de muros serão de características adequadas e terão de ser aprovados pela Fiscalização, devendo obedecer aos seguintes aspectos:

- Estar isentos de ramos, folhas, raízes, ervas, lixo ou quaisquer detritos orgânicos;
- Ter características ajustadas a uma fácil colocação e compactação.

Os aterros no tardoz dos muros serão executados com solos granulares grosseiros constituídos por materiais brechóides ou piroclásticos, ou por produtos rochosos provenientes essencialmente do maciço basáltico. Em termos de fuso granulométrico para os aterros ter-se-á:

- D_{10} Є [0,6 mm; 2 mm];
- D_{50} Є [7 mm; 14 mm];
- D_{90} Є [30 mm; 60 mm].

I.17 - MARCAS TOPOGRÁFICAS PARA MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS

1 - MARCAS SUPERFICIAIS DE REFERÊNCIA

As marcas superficiais de referência (pontos estação) serão utilizadas para determinar os deslocamentos das restantes marcas superficiais (pontos objecto), sendo que a localização destas marcas terá por base o definido no Projecto de Execução, quando aplicável. Estas marcas terão de ficar fundadas em terreno firme, para que a sua posição seja considerada constante ao longo da vida da obra.

As marcas serão constituídas por peças metálicas de centragem forçada, instaladas no topo de pilares de betão ou sobre estruturas ou bases que não possam vira a estar sujeitas a deformações futuras. As peças de centragem forçada terão de ser compatíveis com os equipamentos de observação que serão utilizados posteriormente na realização das leituras.

Os pilares de betão, armados em toda a sua altura, terão como fundação um maciço de betão cuja cota da base será ajustada em obra de tal forma que se garanta que, ao longo do tempo, não haverá assentamentos das marcas relativamente ao terreno de fundação.

A altura dos pilares de betão poderá ter de ser ajustada no local, em função das visadas para todas as marcas de observação a instalar. Estes pilares de betão deverão ser integralmente pintados de branco, de forma a serem bem visíveis.

Nos maciços onde serão instaladas as marcas deverá inscrever-se, de forma indelével, o número de identificação de cada uma.

2 - MARCAS SUPERFICIAIS

As marcas superficiais têm como objectivo a medição de assentamentos e de deslocamentos horizontais, sendo constituídas por peças metálicas de centragem forçada, instaladas directamente sobre elementos estruturais estruturas a monitorizar, ou no topo de pilaretes de betão envolvidos por manilhas de fibrocimento, ou em sistemas de apoio com condições similares.

Nos casos em que as marcas superficiais sejam provisórias, por exemplo para monitorização apenas durante a fase de obra, as peças de centragem forçada poderão ser soldadas directamente a um varão de aço com um diâmetro mínimo ϕ20mm, devendo este varão ser selado no terreno, com calda de cimento, e com uma profundidade mínima de 1,50 m.

As peças de centragem forçada terão de ser compatíveis com os equipamentos de observação que serão utilizados posteriormente na realização das leituras.

Os pilaretes de betão, armados em toda a sua altura, terão como fundação um maciço de betão cuja cota da base será ajustada em obra de tal forma que se garanta que, ao longo do tempo, não haverá assentamentos das marcas relativamente ao terreno de fundação.

A altura dos pilaretes de betão será definida no local, em função das visadas, sendo que estes deverão ser integralmente pintados de branco, de forma a serem bem visíveis.

Após a instalação dos pontos estação e tomando estes como referência proceder-se-á a uma campanha para determinar a localização (planimétrica e altimétrica) das marcas de superfície instaladas.

Nos maciços onde serão instaladas as marcas deverá inscrever-se, de forma indelével, o número de identificação de cada uma.

I.18 - INCLINÓMETROS

Cada um dos inclinómetros (a instalar em furos de sondagem verticais) tem como objectivo a medição de deslocamentos horizontais no interior do terreno, sendo constituído por um tubo com quatro calhas longitudinais para guiamento das rodas do torpedo de leitura. A este torpedo está ligado um cabo por onde são transmitidos os sinais eléctricos, até à caixa de leitura, instalada na superfície, sendo que a medição dos deslocamentos horizontais é obtida a partir das variações da inclinação do tubo relativamente à sua posição inicial, através de leituras realizadas com o torpedo, em pontos fixos no interior do furo.

Os tubos serão de aço, alumínio ou plástico, sendo que o tipo de calha e as respectivas uniões devem garantir a melhor transmissão possível dos movimentos do terreno, pelo que as características de deformabilidade do conjunto calha/união devem ser idênticas às do terreno.

As calhas (cujo diâmetro será de 70 mm) são montadas em troços até perfazer a profundidade requerida para o inclinómetro, sendo ligadas através de uniões, geralmente com 30 cm de comprimento e com um diâmetro ligeiramente superior ao da calha respectiva. No troço da calha que fica em contacto com o fundo do furo é colocado um tampão de fundo.

A furação para os inclinómetros será efectuada à rotopercussão, com diâmetro ϕ6", sem a utilização de lamas estabilizadoras e sem lavagem, devendo ser previamente submetidos à aprovação da Fiscalização o tipo de equipamento, o método e os produtos/materiais a utilizar na execução dos furos

No caso de haver perdas de água na furação (sem retorno) em algum furo, este será localmente injectado para garantir uma boa selagem das caldas.

Após a execução de cada furo e a verificação da verticalidade, introduzir-se-á o tubo inclinométrico (a orientação da calha será de modo a que um dos eixos de leitura corresponda ao alinhamento de maior deformação expectável) e o espaço anelar entre o tubo e a parede do furo será preenchido, ao longo de toda a altura do furo, com uma calda de cimento rígida para selagem, com a seguinte composição: C/A = 1/1 e B/C = 1 a 2%.

As caldas de selagem deverão ser injectadas a partir do fundo do furo por meio de tubo auxiliar tendo o cuidado de manter a extremidade do tubo sempre imerso na mistura, sendo fundamental tomar as precauções necessárias a evitar que a mistura possa penetrar no tubo inclinométrico.

O topo do tubo será mantido fechado durante todas estas operações e no final deverá ser instalada uma tampa amovível com cadeado.

I.19 - MATERIAIS CONSTITUINTES DAS CAMADAS NÃO LIGADAS

1 - ÂMBITO

Nas rubricas que abrangem requisitos relativos aos diferentes materiais são especificadas as propriedades requeridas, os valores limite associados, os respectivos métodos de ensaio descritos nas diferentes normas e documentos aplicáveis.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

São aplicadas as normas NP e Especificações do LNEC relativas a estes materiais, nomeadamente as apresentadas nas rubricas seguintes.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - Agregados

De acordo com as definições constantes das Normas Europeias, agregado é o material granular utilizado na construção e pode ser natural, artificial ou reciclado. Um agregado natural é de origem mineral, sujeito apenas a processamento mecânico. O agregado artificial é de origem mineral resultante de um processamento industrial compreendendo modificações térmicas ou outras. Um agregado reciclado é um agregado resultante do processamento de materiais inorgânicos anteriormente utilizados na construção.

3.1.1 - Agregados Naturais

Os agregados naturais a aplicar nos diversos tipos de misturas apresentar-se-ão homogéneos e não devem conter matéria orgânica ou quaisquer substâncias estranhas, tais como madeira, vidro e plástico que afectem as misturas. Devem ser pouco susceptíveis à meteorização e apresentarem-se sãos ou pouco alterados (segundo os critérios da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas - ISRM).

Para todas as aplicações deve ser efectuado um exame petrográfico dos agregados para classificação geral, de acordo com a NP EN 932-3 Descrição petrográfica simplificada. As Normas Europeias que definem os requisitos aplicáveis aos agregados são:

- NP EN 12620 Agregados para betão;
- NP EN 13043 Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação;
- NP EN 13242 Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária;
- NP EN 13285 Misturas não ligadas. Especificações.

3.1.2 - Agregados Reciclados

Com o objectivo de contribuir para uma construção sustentável e pelo facto de Portugal estar a implementar políticas dirigidas à gestão dos resíduos de construção e demolição, Decreto-Lei n.º 46/2008, urge a necessidade de definir os requisitos exigidos para a aplicação destes agregados em camadas de base e sub-base não ligadas de pavimentos rodoviários.

Os agregados reciclados incluídos nas presentes Especificações Técnicas restringem-se aos resíduos de construção e demolição (RCD), catalogados no capítulo 17 da Lista Europeia de Resíduos, LER (Portaria n.º 209/2004), a aplicar nas camadas granulares não ligadas. Tais agregados caracterizam-se por uma composição muito diversificada devido à sua origem (construção, reabilitação, demolição) e às práticas locais de construção. É obrigatória uma apropriada triagem e selecção para valorizar os resíduos e torná-los agregados de qualidade. Na sua composição deve ser evitada a presença de materiais prejudiciais para o meio ambiente ou que afectem o desempenho das obras. A suspeita de presença alcatrão em resíduos de misturas betuminosas deve ser objecto de ensaios específicos com vista à sua despistagem.

Para as aplicações previstas nestas Especificações Técnicas, os agregados reciclados serão identificados relacionando-os com a proporção de cada um dos tipos de constituintes dos agregados grossos, que deve ser determinada de acordo com o estabelecido na norma EN 933-11 “Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11-Classification test for the constituents of coarser recycled aggregate”.

Para utilização em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, os agregados reciclados são classificados em três categorias: AGER1, AGER2 e AGER3 e por uma classe: B ou C, em função da sua composição. No Quadro I.19.1 apresenta-se a classificação dos agregados reciclados:

QUADRO I.19.1 - CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS RECICLADOS DE ACORDO COM A NATUREZA DOS CONSTITUINTES DA FRACÇÃO GROSSEIRA

CLASSE	CATEGORIA DOS CONSTITUINTES (EN 13242 + A1)					
	$R_C + R_U + R_G$	R_g	R_b	R_a	FL	X
B	≥ 90%	≤ 5%	≤ 10%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 1%
C	≥ 50%	≤ 5%	≤ 10%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 1%

RC – betão, produtos de betão e argamassas;
RU – agregados não ligados, pedra natural, agregados tratados com ligantes hidráulicos;
RA – materiais betuminosos;
RB – elementos de alvenaria de materiais argilosos (tijolo, ladrilhos, telhas, etc.), elementos de alvenaria de silicatos de cálcio e betão celular não flutuante;
RG – vidro; FL – material flutuante em volume;
X – outros materiais coercivos (por ex. solos argilosos), plásticos, borrachas, metais (ferrosos e não ferrosos) e matérias não flutuantes e estuque.

A identificação dos agregados reciclados é feita através da indicação do produtor, do local de produção, das siglas da classe e categoria a que pertence e da granulometria (d/D), sendo possível incluir outras informações suplementares.

As Referências Normativas que definem os requisitos aplicáveis aos agregados são:

- EN 933-11 Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate;
- EN 12457-4 Characterisation of waste. Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges. Part4: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with high solid content and with particle size below 10mm (without or with size reduction);
- EN 13242 + A1 Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction;
- NP EN 933-1 Ensaios das propriedades geométricas dos agregados – Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração.
- NP EN 933-5 Ensaios das propriedades geométricas dos agregados – Parte 5: Determinação da percentagem de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos;
- NP EN 933-9 Ensaios das propriedades geométricas dos agregados – Parte 9: Determinação do teor de finos – Ensaio do azul de metileno;
- NP EN1097-1 Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval);
- NP EN1097-2 Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 2: Métodos para a determinação da resistência à fragmentação
- NP EN 1744-1 Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas químicas dos agregados. Parte 1: Análise química.
- NP EN 13285 Misturas não ligadas. Especificações;
- LNEC E 471 – Guia para a utilização de agregados reciclados em betões de ligantes hidráulicos;
- LNEC E 472 - Guia para a reciclagem de misturas betuminosas em central;
- LNEC E 474 - Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e em camada de leito de infra-estruturas de transporte.

Os agregados reciclados de granulometria extensa do tipo AGER1, AGER2 ou AGER3 serão utilizados em camadas de sub-base e de base de pavimentos, de acordo com os campos de aplicação definidos no quadro seguinte:

QUADRO I.19.2 - CAMPOS DE APLICAÇÃO DOS AGREGADOS RECICLADOS

CATEGORIA	AGER1		AGER2		AGER3
Natureza dos constituintes	C	B	C	B	B
Aplicação em camada de sub-base - TMDp	≤ 50	≤ 150	≤ 150	≤ 300	≤ 300
Aplicação em camada de base - TMDp	NR	≤ 150	≤150	≤1 50	≤ 300

TMDp – Tráfego Médio Diário de Pesados por Via; NR - Não Recomendado.

3.1.2 - Materiais para Camadas não Ligadas

Os materiais para camadas não ligadas incluem solos seleccionados, agregados britados (naturais e reciclados) de granulometria extensa - ABGE, agregado fino e material drenante com agregado britado. No caso dos ABGE, para além dos requisitos definidos na EN 13242 Agregados para materiais ligados ou tratados com ligantes hidráulicos em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária, devem ser considerados os requisitos definidos na EN 13285 Unbound mixtures – Specification.

- Camada de Sub-Base
    - Agregado Britado de Granulometria Extensa
- Camada de Base
    - Agregado Britado de Granulometria Extensa

O Quadro I.19.3, especifica as propriedades e requisitos mínimos dos agregados naturais, para camadas não ligadas com características de sub-base e base.

Quadro I.19.3 - CAMADAS NÃO LIGADAS - REQUISITOS/PROPRIEDADES DOS AGREGADOS NATURAIS (NP EN 13242)

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Unid.	Camada de sub-base	Camada de base	Camada de regulari-zação	Camada de regularização, enchimento bermas		Camada de desgaste, camadas traficadas não revestidas
			ABGE	ABGE	Agregado fino, assentamento calçada	ABGE	Material drenante, agregado britado	ABGE
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-3	%	FI_{35}	30 [a]	NA	30 [a]	FI_{35}	30 [a]
% de partículas esmagadas ou partidas e partículas totalmente roladas nos agregados grossos	NP EN 933-5	%	$C_{90/3}$		NA	$C_{90/3}$		$C_{90/3}$
Qualidade dos finos - Valor de equivalente de areia, mínimo e Valor do ensaio de azul de metileno, máximo	NP EN 933-8, NP EN 933-9	% g/kg	Se %passada no #0,063 mm for <3 % os finos podem considerar-se não prejudiciais. Se teor total de finos for >3%, então *SE* ≥ 40. Se SE < 40, então *MB* ≤ 2,5	Se % passada no #peneiro 0,063 mm for <3 % os finos podem considerar-se não prejudiciais. Se o teor total de finos for > 3 %, então *SE* ≥ 50. Caso SE < 50, então *MB* ≤ 2,0	Se %passada no #0,063mm for < 3%, os finos podem considerar-se não prejudiciais. Se teor total de finos for >3%, então *SE* ≥ 40. Caso SE < 40, então *MB* ≤ 2,5	Se %passada no #0,063 mm for < 3 % os finos podem considerar-se não prejudiciais. Se o teor total de finos for > 3 %, então *SE* ≥ 40. Caso SE < 40, então *MB* ≤ 2,5	Se %passada no #0,063 mm for < 3 % os finos podem considerar-se não prejudiciais. Se o teor total de finos for > 3 %, então *SE* ≥ 60. Caso SE < 60, então *MB* ≤ 2,0	Se % passada no #0,063 mm for <3 % os finos podem considerar-se não prejudiciais. Se o teor total de finos for >3%, então *SE* ≥ 50. Caso SE < 50, então *MB* ≤ 2,0
Resistência à fragmentação do agregado grosso, Coef. Los Angeles	NP EN 1097-2	%	45 [a]	LA_{40}	NA	LA_{40}	45 [a]	LA_{40}
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval	NP EN 1097-1	%	$M_{DE}35$	$M_{DE}25$		$M_{DE}25$	$M_{DE}35$	$M_{DE}25$
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m³	A declarar					
Absorção de água	NP EN 1097-6	%						
"Sonnenbrand" do basalto	NP EN 1367-3 e NP EN 1097-2	%	Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand", perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SB_{LA} ≤ 8		NA	Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand", perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SB_{LA} ≤ 8		

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Unid.	Camada de sub-base	Camada de base	Camada de regulari-zação	Camada de regularização, enchimento bermas		Camada de desgaste, camadas traficadas não revestidas
			ABGE	ABGE	Agregado fino, assentamento calçada	ABGE	Material drenante, agregado britado	ABGE
Resistência ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 e NP EN 1367-2	%	Se a absorção de água for superior a $WA_{24}2$, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS_{35} (b)		Se absorção de água for $>WA_{24}0,5$, então o valor do sulfato de magnésio deve enquadrar-se em MS_{35} (b)	Se a absorção de água for superior a $WA_{24}2$, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS_{35} (b)		
NA - Não Aplicável (a) – Como a Norma NP EN 13242 não possui as categorias FI_{30} e LA_{45} são indicados os valores requeridos. (b) - Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem. Se a absorção de água não for superior ao valor especificado na categoria $WA_{24}2$ ou $W_{cm}0,5$, o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo.								

O Quadro I.19.4 especifica as propriedades e requisitos mínimos dos agregados reciclados, para camadas não ligadas com características de sub-base e base.

Quadro I.19.4 - CAMADAS NÃO LIGADAS - REQUISITOS/PROPRIEDADES DOS AGREGADOS RECICLADOS (NP EN 13242)

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Camada de sub-base			Camada de base		
		AGER1 (B ou C)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)	AGER1 (B ou C)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)
Parâmetros geométricos e de natureza							
Dimensão	EN 13285	*0/31,5*					
Sobretamanhos (NP EN 933-1)	EN 13285	OC_{75}	OC_{80}	OC_{85}	OC_{75}	OC_{80}	OC_{85}
Classe de granulometria (NP EN 933-1)	EN 13285	G_B		G_A	G_B		G_A
Teor de finos (NP EN 933-1)	EN 13285	UF_9 LF_2			UF_9 LF_2		
Qualidade dos finos (NP EN 933-9) (a)	EN 13242+A1	$MB_{O7D} \leq 1,0$ g/kg	$MB_{O/D} \leq 0,8$ g/kg		$MB_{O/D} \leq 1,0$ g/kg	$MB_{O/D} \leq 0,8$ g/kg	
Percentagem de partículas totalmente esmagadas ou partidas e totalmente roladas em agregados	EN 13242+A1	$C_{50/30}$	$C_{50/10}$	$C_{90/3}$	$C_{50/30}$	$C_{50/10}$	$C_{90/3}$
Parâmetros de comportamento mecânico							
Resistência à fragmentação e resistência ao desgaste (EN 1097-2 e NP EN 1097-1)	EN 13242+A1	LA_{45} e MDE_{45} ou LA+MDE ≤85	LA_{40} e MDE_{35} ou LA+MDE≤75	LA_{40} e MDE_{35} ou LA+MDE≤70	LA_{40} e MDE_{35} ou LA+MDE≤85	LA_{40} e MDE_{35} ou LA+MDE≤75	LA_{40} e MDE_{35} ou LA+MDE≤70

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Camada de sub-base			Camada de base		
		AGER1 (B ou C)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)	AGER1 (B ou C)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)
Propriedades químicas							
Teor de sulfatos solúveis em água (EN 1744-1) (b)	EN 13242 +A1	$SS_{0,7}$					
Libertação de substâncias perigosas	EN1245-4	Classificação como resíduos para deposição em aterro de resíduos inertes (c)					

$MB_{O/D}$ – O valor do azul metileno expresso em g/kg segundo a norma de ensaio (EN 933-9) multiplicado pela percentagem da fracção passada no peneiro de 2 mm.

(b) - Para teores de sulfatos superiores a 0.2%, estes agregados deverão ser colocados a uma distância não inferior a 0,50 m de elementos estruturais de betão.

(c) - A classificação baseia-se apenas nos resultados do ensaio de lixiviação para L/S = 10 l/kg - Secção 2.1.2.1, da Decisão do Conselho 2003/33/CE

.

Decisão do Conselho 2003/33/CE	
Carbono Orgânico Dissolvido,	≤ 500
Cádmio, Cd (mg/kg)	≤ 0,04
Cobre, Cu (mg/kg)	≤ 2
Crómio Total, Cr (mg/kg)	≤ 0,5
Níquel, Ni(mg/kg)	≤ 0,4
Chumbo, Pb (mg/kg)	≤ 0,5
Zinco, Zn (mg/kg)	≤ 4
Cloretos, Cl (mg/kg)	≤ 800
Sulfatos, SO^{2-}_4 (mg/l)	≤ 1000

QUADRO I.19.5 - CAMADAS GRANULARES - REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DOS AGREGADOS NATURAIS E RECICLADOS (EN 13242) E MISTURAS NÃO LIGADAS (EN 13285)

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Camada de sub-base	Camada de base
			ABGE	ABGE
Designação agregado/mistura	NP EN 13242 EN 13285	-	Mistura 0/31,5	
Teor de finos	NP EN 13242, NP EN 933-1	%	NA	
Conteúdo de finos, máximo	NP EN 13285, NP EN 933-1		UF_7	
Conteúdo de finos, mínimo			LF_2	
Sobretamanhos			OC_{80}	
Curva granulométrica	NP EN 13242 (G_F) EN 13285 (G_B)	-	G_B	
Dimensão dos peneiros de referência			Fuso granulométrico - Percentagem acumulada de material passado	
40	EN 13285 NP EN 933-2	mm		100
31,5			D	80-99
22,4				-
16			A	63-77

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Camada de sub-base	Camada de base
			ABGE	ABGE
8			B	43-60
6,3				-
5,6				-
4			C	30-52
2			E	23-40
1			F	14-35
0,5			G	10-30
0,25				-
0,125				-
0,063				2-7

D - Abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros
A, B, C, E, F G - Peneiros para a granulometria, de acordo com EN 13285, secção 4.4.1
Ra - Requisito adicional
Nota: Os valores apresentados para os agregados reciclados podem ser obtidos com a adição de agregados naturais, tendo em vista a sua correcção granulométrica.

I.20 - MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE

1 - ÂMBITO

Nas rubricas que abrangem requisitos relativos aos diferentes materiais são especificadas as propriedades requeridas, os valores limite associados, os respectivos métodos de ensaio descritos nas diferentes normas e documentos aplicáveis.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

São aplicadas as normas NP e Especificações do LNEC relativas a estes materiais, nomeadamente as apresentadas nas rubricas seguintes.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - Fíler

A designação fíler é atribuída a todo o agregado cuja maior parte passa no peneiro de 0,063 mm e que pode ser adicionado aos materiais de construção para lhes conferir certas propriedades.

Os fíleres utilizados no fabrico de misturas betuminosas a quente e de betão hidráulico para camadas de desgaste deverão cumprir os requisitos específicos destas Especificações Técnicas e de igual modo estar em conformidade com os requisitos gerais das normas NP EN 13043 - Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação e NP EN 12620 - Agregados para betão. Nas restantes aplicações em que seja necessária a utilização de fíler deverão também ser cumpridas as especificações apresentadas neste item, em tudo o que for aplicável.

O fíler pode resultar do processo de fabrico da mistura betuminosa, por recuperação dos finos por meio de sistemas adequados – fíler recuperado – ou ser produzido em separado numa instalação industrial segundo um processo controlado – fíler comercial. Os dois tipos de fíleres deverão ser de origem mineral. O fíler recuperado pode ser de qualquer natureza petrográfica, pois dependerá da natureza petrográfica do

agregado utilizado para o fabrico da mistura betuminosa. O fíler comercial deverá ser de natureza calcária, cimento do tipo Portland, cal hidráulica ou cinzas volantes.

O fornecimento do fíler comercial ou do fíler recuperado que entre no circuito comercial deverá ser acompanhado da ficha técnica do produto, com a respetiva marcação CE.

Nos Quadros I.20.1 e I.20.2 apresentam-se as propriedades que as fichas técnicas referentes aos fíleres a incluir em misturas betuminosas e em betão hidráulico deverão apresentar, definidas de acordo com as normas de produto NP EN 13043 e NP EN 12620.

Para todas as misturas betuminosas sempre que o fíler recuperado não satisfaça os requisitos do Quadro I.20.1, nomeadamente os vazios do fíler seco compactado (Rigden) deverá ser adicionada a quantidade de fíler comercial necessária para que a composição fíler recuperado/fíler comercial satisfaça os requisitos pretendidos.

Para o fabrico de betão hidráulico exige-se que o fíler seja comercial e de natureza calcária.

Dada a importância das características do fíler, após a sua aprovação, não poderá o Adjudicatário proceder à sua alteração sem prévio acordo da Fiscalização. Caso haja acordo da Fiscalização, a alteração implica necessariamente novos estudos de composição das misturas afetadas pela eventual mudança que deverão ser de novo submetidas a aprovação.

QUADRO I.20.1 - Requisitos Granulométricos para o Filer

Dimensão dos peneiros (mm)	Norma de ensaio	Percentagem acumulada do material passado	
		Limites inferiores e superiores para resultados individuais	Amplitude máxima da granulometria declarada pelo produtor (a)
2	EN 933-11	100	–
0,125		85 - 100	10
0,063		70 - 100	10
(a) Ver norma NP EN 13043, secção 5.2.1			

QUADRO I.20.2 – Requisitos Químicos e Físicos para o Filer

Requisitos/Propriedades	Norma de ensaio	Unidade	Utilizações	
			Fíleres para misturas betuminosas e tratamentos superficiais com ligantes betuminosos NP EN 13043	Fíleres para betão NP EN 12620
Especificidades da utilização			Poderá ser fíler recuperado ou fíler comercial sendo que este último deverá ser constituído por pó de calcário ou cimento Portland	Fíler comercial constituído por pó de calcário

Requisitos/Propriedades	Norma de ensaio	Unidade	Utilizações	
			Fíleres para misturas betuminosas e tratamentos superficiais com ligantes betuminosos NP EN 13043	**Fíleres para betão NP EN 12620**
Generalidades			Deve apresentar-se seco e isento de torrões provenientes de agregação de partículas e de substâncias prejudiciais.	
Massa volúmica das partículas	EN 1097-7	Mg/m^3	Valor declarado	
Teor em água	EN 1097-5	% em massa	≤ 1	NR
Vazios do fíler seco compactado (Rigden)	EN 1097-4	%	u28/38	NA
Perda ao fogo das cinzas volantes	EN1744-1 secção 17	% em massa	Amplitude valores declarados pelo produtor ≤ 6	NR
Massa volúmica das partículas do fíler comercial	EN 1097-7	Mg/m^3	Amplitude valores declarados pelo produtor ≤ 0,2	
Massa volúmica aparente em querosene	NP EN 1097-3 anexo B	Mg/m^3	Amplitude valores declarados pelo produtor entre 0,5 e 0,9	
Ensaio Blaine	NP EN 196-6	m^2/kg	Amplitude valores declarados pelo produtor ≤ 140	NR
Qualidade dos finos - valor de azul metileno	NP EN 933-9	g/kg	*MBF10*	MB ≤ 2
Teor de cloretos	EN 1744-1 secção 7	%	NR	≤ 0,03 % (1)
Sulfatos solúveis em ácido	EN 1744-1 secção 12	% em massa	NR	$AS_{0,2}$ (determinado apenas se S> 0,08 %)
Enxofre total	EN 1744-1 secção 11	% em massa	NR	S ≤ 1% em massa; na presença de pirrotite: ≤ 0,1% S
Constituintes que alteram o tempo de presa e a resistência do betão - presença de matéria orgânica	EN 1744-1 secção 15.1	–	NR	Cor da solução mais clara que a de referência (2)
Constituintes que afetam a estabilidade volumétrica das escórias de alto-forno arrefecidas ao ar - para fíler de escória de alto-forno - desintegração do silicato bicálcio	EN 1744-1 secção 19.1	–	Sem desintegração	
Constituintes que afetam a estabilidade volumétrica das escórias de alto-forno arrefecidas ao ar - para fíler de escória de alto-forno - desintegração do ferro	EN 1744-1 secção 19.2	–		

(1) - O teor de cloretos deve ser somado aos dos outros constituintes do betão de forma a que se verifique o estipulado na secção 5.2.7 da NP EN 206-1

(2) - O requisito para esta propriedade considera-se ainda satisfeito se a cor da solução obtida segundo a secção 15.2 da EN 1744-1 for mais clara que a cor de referência B (Tabela 2, secção 15.2.6 da EN 1744-1)

3.2 - Ligantes Betuminosos

No âmbito das presentes Especificações Técnicas, no que se refere à pavimentação, “Ligante Betuminoso” é um material adesivo contendo betume sob a forma de não modificado, modificado ou emulsionado.

Betume é um material praticamente não volátil, adesivo e impermeável à água, derivado do petróleo bruto, ou presente no asfalto, que é completamente ou quase todo solúvel em tolueno e muito viscoso e quase sólido à temperatura ambiente.

Os ligantes betuminosos abrangem os seguintes tipos: a) Betumes de pavimentação; b) Emulsões betuminosas.

O fornecimento do ligante deverá ser acompanhado da ficha técnica do produto, relativa ao lote de fabrico. As propriedades que devem constar na referida ficha técnica são indicadas nos Quadros I.20 definidos de acordo com as normas aplicáveis.

Qualquer proposta de alteração pelo Empreiteiro ao tipo de betume definido em Projecto de Execução, deve ser devidamente justificada e submetida à aprovação da Fiscalização.

3.2.1 - Betumes de Pavimentação

Os betumes de pavimentação, obtidos por processos de refinação do petróleo bruto, devem cumprir os requisitos da Norma Europeia EN 12591 “Bitumen and bituminous binders. Specifications for paving grade bitumens”, a qual especifica as propriedades e os respectivos métodos de ensaio adequados para a caracterização deste tipo de betumes.

O Projecto de Execução, no que se refere à Pavimentação, deve definir o tipo de betume em função da mistura betuminosa a utilizar no pavimento, enquadrados na EN 12591. No presente caso são considerados os betumes de pavimentação 35/50 aplicáveis a todas as misturas betuminosas.

O Quadro I.20.3 especifica os requisitos dos betumes de pavimentação.

QUADRO I.20.3 – REQUISITOS / PROPRIEDADES DOS BETUMES DE PAVIMENTAÇÃO

Requisitos	Propriedades	Refª normativa	Unid.	35/50	50/70
				Aplicável a todas as misturas betuminosas, preferencialmente na rede principal	Aplicável a todas as misturas betuminosas
Consistência a temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 ºC	EN 1426	0,1 mm	35 - 50	50 - 70
Consistência a temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento	EN 1427	ºC	50 - 58	46 - 54
Durabilidade, Resistência ao envelhecimento, (RTFOT) a 163 ºC (RTFOT):	Variação de massa, máxima	EN 12607-1	%	≤ 0,5	
	ou Penetração retida, 25ºC	EN 12607-1 Anexo A	%	≥ 53	
	ou Aumento da Temp. de amolecimento	EN 12607-1	ºC	≤ 8	≤ 9
Outros Requisitos	Ponto de inflamação	EN ISO 2592	ºC	≥ 240	≥ 230
	Ponto de fragilidade de Fraass	EN 12593	ºC	≤ -5	≤ -8
	Viscosidade Cinemática (135º)	EN 12595	mm^2/s	≥ 370	≥ 295

Requisitos	Propriedades	Refª normativa	Unid.	35/50	50/70
				Aplicável a todas as misturas betuminosas, preferencialmente na rede principal	Aplicável a todas as misturas betuminosas
	Teor em parafinas	EN 12591	% (m/m)	≤ 2,2	
	Solubilidade	EN 12592	%	≥ 99,0	

3.2.2 - Emulsões Betuminosas Catiónicas

As emulsões deverão estar de acordo com Norma Europeia EN 13808 “Bitumen and bituminous binders, Framework for specifying cationic bituminous emulsions”, que especifica os requisitos técnicos e classes de desempenho. Existem dois tipos de emulsões: as clássicas e as modificadas.

A designação das emulsões traduz-se numa expressão alfanumérica, que indica as características mais importantes das emulsões betuminosas catiónicas nomeadamente, a carga das partículas de betume, o teor nominal de betume residual, o tipo de ligante e o valor de rotura. Existem dois tipos de emulsões: as clássicas e as modificadas.

Refira-se como exemplos, uma emulsão do tipo “C 40 B 3”, que corresponde a uma emulsão catiónica, com 40% de teor nominal em ligante, produzida a partir de betume de pavimentação, com índice de rotura da classe 3; e uma emulsão do tipo C 60 BPF 6, que equivale a uma emulsão catiónica, com 60% de teor nominal em ligante, produzida a partir de betume com polímeros, com mais de 2% de fluidificante e com índice de rotura da classe 6.

3.2.2.1 - Emulsões betuminosas clássicas

- Para regas de impregnação em bases granulares;
- Para regas de colagem;
- Em revestimentos superficiais betuminosos;
- Em estabilização de bases;
- Na cura de sub-bases e bases tratadas com ligantes hidráulicos;
- Em misturas betuminosas.

QUADRO I20.4 – REQUISITOS / PROPRIEDADES DAS EMULSÕES BETUMINOSAS CLÁSSICAS

Requisitos /Propriedades		Refª normativa	Unid.	Regas de impregnação em bases granulares (Rotura lenta)	Regas de colagem e cura de sub-bases e bases tratadas com ligantes (Rotura rápida)	Revestimentos superficiais betuminosos (Rotura rápida)	Misturas a frio em ABGE (Rotura lenta)	Misturas abertas a frio (Rotura média)
				C 40 B 4 (ECI)	C 57 B 3 (ECR-1)	C 66 B 3 (ECR - 3)	C 57 B 6 (ECL - 1h)	C 57 B 4 (ECM - 2)
Resíduo de peneiração		EN 1429	%	Classe 2 (≤ 0,1)				
Viscosidade	2 mm 40º	EN 12846	s	Classe 3 (15s - 45s)	Classe 4 (35s - 80s)	(a)	Classe 3 (15s - 45s)	Classe 4 (35s - 80s)
Índice de rotura		EN 13075 - 1	_	Classe 4	Classe 3		Classe 6	
Tempo de miscibilidade		EN 13075 - 2	s	(b) (c)	(b)	(b)	Classe 3	(b)
Rotura com cimento		EN 12848	g	Classe 3				

(a) A viscosidade não se enquadra na classe de requisitos da EN 13808.
(b) A rotura da emulsão ocorre a um tempo inferior ao da adição da totalidade de filer (75 s).
(c) O tempo de miscibilidade não se enquadra em nenhuma das classes de requisitos da EN 13808.

3.2.2.2 - Emulsões betuminosas modificadas

Para regas de colagem.

QUADRO I.20.5 – REQUISITOS / PROPRIEDADES DAS EMULSÕES BETUMINOSAS MODIFICADAS

Propriedades		Norma	Unidade	C60BP3 TA	
				Classe	Valor
Teor em ligante ou Ligante residual após destilação		EN 1428 ou EN 1431 EN 1431	% massa % massa	Classe 6	58 a 62 ≥ 58 (60)
Índice de roptura		EN 13075-1	-	Classe 3	70 a 155
Resíduo de peneiração - peneiro de 0,5 mm		EN 1429	% massa	Classe 2	≤ 0,1
Tempo de escoamento, 2 mm a 40 ºC		EN 12846-1	s	Classe 3	15 a 70
Teor em óleo destilado		EN 1431	% massa	Classe 2	≤ 2,0
Tendência à sedimentação (7 dias de armazenamento)		EN 12847	% massa	Classe 3	≤ 10
Ligante recuperado [EN 13074-1]	Penetração, 25 ºC	EN 1426	0,1 mm	Classe 2	≤ 50
	Temperatura de amolecimento	EN 1427	ºC	Classe 3	≥ 55
	Coesão pelo ensaio do pêndulo	EN 13588	J/cm^2	Classe 6	≥ 0,5
	ou Energia de coesão pela força de ductibilidade (tracção de 50 mm/min)	EN 13589 EN 13703	J/cm^2	Classe 1	DV
	Recuperação elástica a 25 ºC	EN 13398	%	Classe 1	DV
Ligante estabilizado [EN 13074-1 e 2]	Penetração, 25 ºC	EN 1426	0,1 mm	Classe 2	≤ 50
	Temperatura de amolecimento	EN 1427	ºC	Classe 3	≥ 55
	Coesão pelo ensaio do pêndulo	EN 13588	J/cm^2	Classe 6	≥ 0,5
	ou Energia de coesão pela força de ductibilidade (tracção de 50 mm/min)	EN 13589 EN 13703	J/cm^2	Classe 1	DV
	Recuperação elástica a 25 ºC	EN 13398	%	Classe 1	DV

3.2.3 - Aditivos Especiais para Misturas Betuminosas

Sempre que se mostre necessário incorporar aditivos especiais para melhorar a adesividade betume-agregado, para regular o tempo de rotura da emulsão ou para melhorar a trabalhabilidade de microaglomerados a frio, deverá o Empreiteiro submeter à apreciação e aprovação da Fiscalização as características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.

A utilização de outros tipos de aditivos, nomeadamente fibras, ficará confinada à implementação de eventuais propostas do Empreiteiro, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução, nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

3.5 - Água para misturas betuminosas

A água a empregar na execução de misturas betuminosas para as aplicações previstas nestas Especificações Técnicas deverá ser doce, limpa e não deverá conter óleos, ácidos, matérias orgânicas ou quaisquer outros produtos prejudiciais.

3.6 - Materiais

Os Quadros I.20.6 a I.20.9 especificam os requisitos granulométricos dos agregados das misturas betuminosas a quente. Tais requisitos são definidos de acordo com:

- As disposições constantes da NP EN 13043, caso se tratem de agregados a utilizar nas camadas de misturas betuminosas a quente. Nestes casos, os agregados são definidos em termos das suas dimensões, usando as designações d/D. É especificada uma categoria para a granulometria e são cumpridos os requisitos gerais indicados na NP EN 13242 para os peneiros 2D, 1,4D, D, d e d/2, quando aplicável. Para melhor enquadrar o produto na respectiva utilização prevista são igualmente especificados requisitos adicionais para a percentagem de passados nos peneiros indicados;
- As disposições constantes da EN 13108-1 “Bituminous mixtures- Material specifications- Part 1: Asphalt concrete”, aplicável a misturas do grupo betão betuminoso. Os fusos granulométricos têm em consideração os peneiros da “Série Base mais a Série 2” indicados na NP EN 13043 e são os que melhor se adaptam às misturas produzidas em Portugal. Todos os fusos têm em consideração os seguintes peneiros: 1,4D, D, peneiro característico intermédio, peneiro extra opcional, 2 mm, peneiro característico intermédio, peneiro extra opcional e 0,063 mm;
- As disposições constantes da EN 13108-7 “Bituminous mixtures- Material specifications- Part 7: Porous asphalt”, aplicável a misturas do grupo betão betuminoso drenante;
- A percentagem de material passado numa série de peneiros de acordo com a NP EN 933-2, quando os requisitos granulométricos aplicáveis à mistura não se enquadram em nenhuma das três Normas acima referidas (por exemplo, as misturas betuminosas com betume modificado com alta percentagem de borracha).

Os Quadros I.20 especificam também os requisitos dos agregados para camadas de misturas betuminosas a quente com características de base, ligação, regularização, e desgaste, respectivamente. Tais requisitos são definidos de acordo com as disposições constantes na Norma Portuguesa NP EN 13043, aplicável aos agregados obtidos a partir do processamento de materiais naturais para utilização em misturas betuminosas. Para além das exigências da NP EN 13043, a composição granulométrica das misturas betuminosas tem que ser obtida, no mínimo, a partir de três fracções granulométricas distintas.

O fíler deve cumprir os requisitos especificados no ponto 3.1. O ligante deve cumprir os requisitos especificados no ponto 3.2. Os aditivos devem cumprir os requisitos especificados no ponto 3.2.3.

3.7 - Misturas Betuminosas

O actual acervo normativo Europeu inclui um conjunto de Normas Europeias que definem requisitos para as misturas betuminosas fabricadas a quente - 8 partes da série 13108, cujas propriedades são caracterizadas pelos respectivos métodos de ensaio descritos na série 12697 (43 partes).

As Normas Portuguesas NP EN 13108-20 Misturas betuminosas – Especificações dos materiais - Parte 20:Ensaios de Tipo e NP EN 13108-21 Misturas betuminosas – Especificações dos materiais - Parte 21: Controlo da Produção em Fábrica são parte integrante do sistema de avaliação da conformidade das misturas betuminosas.

As presentes Especificações Técnicas abrange as misturas betuminosas fabricadas a quente especificadas nas Normas da série 13108: EN 13108-1 “Bituminous mixtures- Material specifications- Part 1: Asphalt concrete” e EN 13108-7 “Bituminous mixtures- Material specifications- Part 7: Porous asphalt”.

3.7.1 - Misturas betuminosas do grupo do betão betuminoso

Misturas com obrigatoriedade de aposição da marcação CE. Aplica-se o sistema 2+ para atestação da conformidade como base para a marcação CE. A Norma Europeia EN 13108-1 especifica os requisitos para as misturas betuminosas do grupo do betão betuminoso, produzidas a quente, e deve ser utilizada em conjunto com as NP EN 13108-20 e NP EN 13108-21.

Estão abrangidas pelas presentes Especificações Técnicas um conjunto de misturas betuminosas incluídas no “grupo do betão betuminoso”, cujos requisitos se baseiam na abordagem empírica definida na EN 13108-1, em termos de receitas de composição e de requisitos para os materiais constituintes em associação com requisitos adicionais baseados em ensaios relacionados com o desempenho.

O conjunto de misturas betuminosas acima referido está discriminado no Quadro I.20.6, o qual inclui a nova designação para as misturas betuminosas de acordo com a EN 13108-1 e uma comparação com a designação adoptada no Especificações Técnicas de 1998.

A nova designação europeia para as misturas betuminosas pode conduzir à mesma designação para misturas betuminosas distintas, pelo que foram adicionadas siglas correspondentes ao tipo de mistura em causa. Inclui-se o seguinte exemplo para a designação do macadame betuminoso, fuso B, a aplicar em camada de base, produzida com um betume de gama de penetração 35/50 (EN 12591) e com um agregado cuja abertura do peneiro superior é igual a 32 mm: “AC32 base 35/50 (MB)”, sendo que as siglas MB são as iniciais da designação da mistura em Português (Macadame Betuminoso).

QUADRO I.20.6 – DESIGNAÇÃO DAS MISTURAS BETUMINOSAS

Camada	Designação anterior	Designação actual
Base	Macadame Betuminoso Fuso B	AC 32 base ligante (MB)
	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 base ligante (MB)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 20 base ligante (MBAM)
Ligação	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 bin ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 bin ligante (MBD)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 16 bin ligante (MBAM)
	Betão Betuminoso	AC 14 bin ligante (BB)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 4 bin ligante (AB)
Regularização	Macadame Betuminoso Fuso A	AC20 reg ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 reg ligante (MBD)
	Betão Betuminoso	AC 14 reg ligante (BB)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 4 reg ligante (AB)

Desgaste	Betão Betuminoso	AC 14 surf ligante (BB)
	Betão Betuminoso Rugoso	AC 14 surf ligante (BBr)
	(micro) Betão Betuminoso Rugoso	AC 10 surf ligante (mBBr)
AC – designação do produto, cujo termo em inglês é “Asphalt Concrete”; ligante – classe a definir ; base – referente à camada de base, cujo termo em inglês é similar “base course”; bin – referente à camada de ligação, cujo termo em inglês é “binder course”, de espessura constante; reg – referente à camada de regularização, cujo termo em inglês é “regulating course”, de espessura variável; surf – referente à camada de desgaste, cujo termo em inglês é “surface course”.		

3.8 - Tipos de Aplicação
3.8.1 - Camada de Ligação
3.8.1.1 - AC20 bin ligante (MB)

O Quadro I.20.7, especifica os requisitos dos fusos granulométricos para as misturas betuminosas a aplicar em camadas com características de ligação.

QUADRO I.20.7 – CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE. CAMADA DE LIGAÇÃO – REQUISITOS DOS FUSOS GRANULOMÉTRICOS

Camada de ligação			
Tipo de mistura		**AC 20 bin (MB)**	
Peneiros Série Base + Série 2	**Unidade**	**% acumulada do material passado**	
31,5	mm	1,4D	100
20		D	90-100
16			-
14			-
12,5		(c1)	57-86
10			-
8			-
6,3			-
5,6			-
4		(o1)	34-49
2		2	26-41
1			-
0,5		(c2)	12-26
0,25			-
0,125		(o2)	4-14
0,063		0,063	2-7
Referência normativa		**EN 13108-1 e NP EN 13043**	
D - abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros (c1) peneiro característico intermédio, entre D e 2 milímetros (o1) peneiro extra opcional entre D e 2 milímetros (c2) peneiro característico intermédio, entre 2 e 0,063 milímetros (o2) peneiro extra opcional entre 2 e 0,063 milímetros			

O Quadro I.20.8 especifica os requisitos dos agregados para camadas betuminosas com características de ligação.

QUADRO I.20.8 – CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE. CAMADA DE LIGAÇÃO – REQUISITOS / PROPRIEDADES DOS AGREGADOS (NP EN 13043)

Camada de ligação				
Requisitos / Propriedades		**Referência normativa**	**Unidade**	**Tipo de mistura**
				AC 20 bin (MB)
Qualidade dos finos	NP EN 933-9	EN 933-9	g/Kg	MB_F10
	>10% [b]			Satisfazer os requisitos aplicáveis aos fíleres, de acordo com o especificado no 4.1.2
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento		NP EN 933-3	-	FI_{25}
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos		NP EN 933-5	%	$C_{100/0}$
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles		NP EN 1097-2 (secção 5)	%	35 (c)
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval		NP EN 1097-1	%	$M_{DE}25$
Massa volúmica das partículas		NP EN 1097-6	Mg/m^3	A declarar
Absorção de água		NP EN 1097-6	%	≤ 2
Baridade		NP EN 1097-3	Mg/m^3	A declarar
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato		NP EN 1097-6 EN 1367-2	%	Se WA >2, o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS_{35}
Resistência ao choque térmico		NP EN 1367-5 EN 1097-2 (secção 5)	%	A declarar
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos		EN 12697-11	_	A declarar [d]
"Sonnenbrand" do basalto [e]		NP EN 1367-3 EN 1097-2 (secção 5)	%	Perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SB_{LA} ≤ 8

NA - Não Aplicável
(a) - Quando a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm no agregado fino, estiver compreendido entre 3% e 10%, em massa, deve ser avaliada a nocividade dos finos da fração 0/0,125 mm e o valor do ensaio de azul-de-metileno deve estar enquadrado na categoria MB_F10.
(b) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for superior a 10% (em massa), os finos devem cumprir os requisitos aplicáveis aos fíleres, de acordo com o especificado no 2.8-3
(c) - Para agregados suscetíveis de degradação pela ação do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem. Se a absorção de água não for superior ao valor especificado na categoria WA_{242} o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo. Se a absorção de água for superior a $WA_{24}2$, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS_{35}.
(d) - A utilização de seixo britado é condicionada ao emprego de um aditivo no betume, de modo a garantir a adequada adesividade ao ligante betuminoso.
(e) - Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand".

O Quadro I20.9 especifica os requisitos da mistura betuminosa para camadas betuminosas com características de ligação.

QUADRO I.20.9 – CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE. CAMADA DE LIGAÇÃO – REQUISITOS / PROPRIEDADES

Camada de ligação					
Requisitos /Propriedades		**Referência normativa**	**Condições específicas de ensaio**	**Unid.**	**Tipo de mistura**
					AC 20 bin (MB)
Características Marshall	Estabilid.,máx.	NP EN 12697-34	Moldagem dos provetes: NP EN 12697-30 75 pancadas	KN	*Smax15* [(a)]
	Estabilid.,mín.			KN	*Smim7,5*
	Deform., máx.			mm	*F4*
	Deform., mín.			mm	*F2*
	Quoc. Marshall, mín.			KN/mm	*Qmin2*
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica [(c)] - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade [(d)] – determinada segundo a NP EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMA*min14*
Porosidade, Vm		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica [(c)] - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade [(d)] – determinada segundo a NP EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	Vmin*3,0*-V*max6*
Relação ponderal de filer /ligante		-	Estudo de formulação	%	Ver 4.1.2
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: NP EN 12697-30 75 pancadas	%	80
Resistência à Deformação Permanente (“wheel-tracking”)	Taxa de deformação, WTSAIR	EN 12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio 60 º C	mm/10^3 ciclos de carga	Categoria a declarar
	Profundidade de rodeira máxima, PRDAIR			%	
% de ligante, mín.		_	_	%	Bmin3,5 [(g)]
Sensibilidade à água, ITSR		EN 12697-12	Moldagem dos provetes: NP EN 12697-30 75 pancadas, temperatura do ensaio: 15.ºC	%	Categoria a declarar

NA – Não Aplicável
NR – Não Requerido
(a) – Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 21 kN.
(b) - Como a norma EN 13108-1 não possui categoria aplicável à estabilidade mín. exigida para esta mistura, que é de 16 KN, foi especificado esse valor.
(c) - Calculada para a percentagem ótima de ligante da mistura em estudo.
(d) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 pancadas, de acordo com a norma NP EN 12697-30, à temperatura de compactação para a qual, a viscosidade do ligante a empregar na mistura, se situe entre 280±30 Cst.
(e) - Porosidade de tarolos recolhidos após a execução da camada.
(f) - Este valor corresponde à percentagem mínima de betume a utilizar no trecho experimental que servirá para formular a mistura.
(g) - Este valor corresponde à menor percentagem de betume a utilizar no fabrico da mistura betuminosa - a considerar para ponto de partida do ensaio Marshall - a partir da qual serão fabricadas mais 4 misturas betuminosas, com cinco percentagens de betume.

3.8.2 - Camada de Desgaste

3.8.2.1 - AC 14 surf ligante (BB)

O Quadro I20.10 especifica os requisitos dos fusos granulométricos para as misturas betuminosas a aplicar em camadas com características de desgaste. O Quadro I.20.11 especifica os requisitos dos agregados para camadas betuminosas com características de desgaste. O Quadro I20.12 especifica os requisitos da mistura betuminosa para camadas betuminosas com características de desgaste.

QUADRO I.20.10 - CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE
CAMADA DE DESGASTE – REQUISITOS DOS FUSOS GRANULOMÉTRICOS

Tipo de mistura		**AC 14 surf (BB)**		PA 12,5 (BBd)		AC10 surf (mBBr)		AC14 surf (BBr)		AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros[1]	
Peneiros Série Base+ Série 2	**Uni**	**Percentagem acumulada do material passado**									
31,5	mm		-		-		-		-		-
25			-		-		-		-	2D	100
20		1,4D	100	1,4D	100		-	1,4D	100		-
16			-		-		-		-	1,4D	98 -100
14		D	90 - 100		-	1,4D	100	D	90 - 100		-
12,5			-	D	90 - 100		-		-	D	85 - 99
10		(c1)	67 - 77	(o1)	55 - 75	D	90 - 100	(c1)	62 - 78	(o)	0 - 20
8			-		-		-		-		-
6,3			-		-	(c1)	47 - 64		-		-
4		(o1)	40 - 52	(o1)	12 - 30	(o1)	30 - 44	(o1)	27 - 39	(o)	0 - 5
2		2	25 - 40	2	11 - 18	2	22 - 30	2	22 - 32	(o)	0 - 2
1			-	(o2)	6 - 14		-	(c2)	15 - 28	(o)	0 - 0,5
0,5		(c2)	11 - 19		-	(c2)	12 - 21	(o2)	12 - 25		-
0,25			-		-		-		-		-
0,125		(o2)	6 - 10		-	(o2)	7 - 13		-		-
0,063		0,063	5 - 8	0,063	2 - 5	0,063	4 - 9	0,063	7 - 11		-
Curva granulométrica		-								**GA_{85}**	
Referência normativa		**EN 13108-1 e NP EN 13043**								**NP EN 13043**	

31,5	mm		-		-		-		-
25									
20			-		100				
16			-		-				
14			-	D	90 - 100		100		100
12,5			100		-		-		-
10		D	90 - 100		58 - 88	D	80 - 100	D	83 - 100
8			70 - 88		38 - 60		60 - 80		62 - 82
6,3			-		-				
4			20 - 35		20 - 32		17 - 27		28 - 38
2			6 - 10		12 - 20		15 - 25		25 - 35
1			-		-				
0,5			3 - 7		6 - 13		8 - 16		12 - 22
0,25			-		-				
0,125			-		4 - 8				
0,063			2 - 4		3 - 6		4 - 6		7 - 9
Curva granulométrica		**-**				-			
Referência normativa		**NP EN 932**		**NP EN 932**		**NP EN 932**		**NP EN 932**	

D - abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros
(c1) peneiro característico intermédio, entre D e 2 milímetros
(o1) peneiro extra opcional entre D e 2 milímetros
(c2) peneiro característico intermédio, entre 2 e 0,063 milímetros
(o2) peneiro extra opcional entre 2 e 0,063 milímetros
(o) peneiro opcional
(1) Fuso granulométrico do agregado duro a incrustar; O fuso granulométrico do AC 14 surf (BB) é idêntico ao da rubrica I.20 -.3.3.1

QUADRO I.20.11 - CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE
CAMADA DE DESGASTE – REQUISITOS / PROPRIEDADES DOS AGREGADOS (NP EN 13043)

Requisitos/ Propriedades		**Refª normat.**	**Unid.**	**Tipo de mistura**								
				AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros	MBA-BBA	MBR-BBA	MBA-BBM	MBR-BBM
Qualidade dos finos	3%-10% [a]	NP EN 933-9	g/Kg	MB_F10								
	>10% [b]			Satisfazer os requisitos aplicáveis aos fíleres, de acordo com o especificado no Quadro I20.2								
Forma do agregado grosso – Índice de achatamento		NP EN 933-3	-	FI_{20}	FI_{15}			FI_{20}	FI_{15}			
% de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos		NP EN 933-5	%	$C_{100/0}$								
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles		NP EN 1097-2 secção 5	%	LA_{20} [c]								
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval		NP EN 1097-1	%	$M_{DE}15$								

Resistência ao polimento do agregado grosso para camadas de desgaste	NP EN 1097-8	%	PSV_{50}
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m^3	A declarar
Absorção de água	NP EN 1097-6	%	≤ 1
Baridade	NP EN 1097-3	Mg/m^3	A declarar
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio (MS)] (d)	NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	Se WA >2, o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS_{35}
Resistência ao choque térmico	NP EN 1367-5 NP EN 1097-2 secção 5	%	A declarar
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos	EN 12697-11	-	
"Sonnenbrand" do basalto (e)	NP EN 1367-3 NP EN 1097-2 secção 5	%	Perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SB_{LA} ≤ 8

(a) - Quando a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm no agregado fino, estiver compreendido entre 3% e 10%, em massa, deve ser avaliada a nocividade dos finos da fracção 0/0,125 mm e o valor do ensaio de azul de metileno deve estar enquadrado na categoria MB_F10.
(b) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for superior a 10 % (em massa), os finos devem cumprir os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro I.20.1
(c) - Para rochas granitóides (de acordo com nomenclatura indicada na descrição petrográfica simplificada): LA_{30}
(d) - Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem. Se a absorção de água não for superior ao valor especificado na categoria $WA_{24}2$ o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo. Se a absorção de água for superior a $WA_{24}2$, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS_{35}.
(e) - Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand".
NOTA: Não será permitida a utilização de seixo em camadas de desgaste.

QUADRO I.20.12 - CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE
CAMADA DE DESGASTE – REQUISITOS / PROPRIEDADES

Requisitos /Propriedades		Ref. normativa	Condições específicas de ensaio	Unid.	Tipo de mistura			
					AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)
Característ. Marshall	Estabilidade, máx.	EN 12697-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas	KN	*Smax15* (a)	NA		*Smax15* (a)
	Estabilidade, mín.			KN	*Smim7,5*			*Smim12,5*
	Deformação, máx.			mm	*F4*			*F4*
	Deformação, mín.			mm	*F2*			*F2*
	Quociente Marshall			kN/mm	*Qmin3*			*Qmin3*
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica (b) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (c) determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMA*min14*	VMA*minNR*	VMA*min14*	
Porosidade, Vm		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na – baridade máxima teórica (b) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (c) determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	Vmin*3,0*-V*max5*	Vmin*22*-V*max30*	Vmin*3,0*-V*max6*	
Relação ponderal de filer / ligante		–	Estudo de formulação (item II.17.3)	%	Quadros I.20			
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (d)	%	80			
Resist. à deformação permanente ("Wheel-tracking")	Taxa de deformação WTS_{AIR}	EN 12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio a 60 ºC	mm/10^3 ciclos de carga	Categoria a declarar	NA	Categoria a declarar	
	Prof. de rodeira máxima, PRD_{AIR}			%				
% de ligante, mín.		-	-	%	B*min4,0* (e)	B*min4,0* (f)	B*min5,0* (f)	B*min4,0* (e)
Sensibilidade à água, ITSR, mín		EN 12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 – 75 pancadas, temperatura do ensaio: 15º C (g)	%	Categoria a declarar			
Permeabilidade *in situ*		EN 12697-40	-	s	NA	Categoria a declarar	NA	
Permeabilidade *in situ* (permeâmetro LCS)		NLT 327	-	s		10-30		
Perda de massa, PL		EN 12697-17	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas, temperatura do ensaio: 25	%		Categoria a declarar		
Ensaio Cântabro húmido (h), máx		NLT362 (i)	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 perda por desgaste: NP EN 1097-2, temperatura do ensaio: 25º C	%		≤ 25		

Requisitos /Propriedades		Ref. normativa	Condições específicas de ensaio	Unid.	Tipo de mistura				
					AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros [l]	MBA-BBA [k]	MBR-BBA [k]	MBA-BBM [l]	MBR-BBM [l]
Característ. Marshall	Estabilidade, máx.	EN 12697-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas	KN	*Smax15* [a]	NA			
	Estabilidade, mín.			KN	*Smim7,5*				
	Deformação, máx.			mm	*F4*				
	Deformação, mín.			mm	*F2*				
	Quociente Marshall			KN/mm	*Qmin3*				
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica [b] - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade [c] determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMA*min14*	25	17	21	14
Porosidade, Vm		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na – baridade máxima teórica [b] - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade [c] determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	Vmin*3,0*-V*max5*	12-18	3,5-6,5	12-18	3-6
Relação ponderal de filer /ligante		–	Estudo de formulação (item II.17.3)	%	Quadros I.20				
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas [d]	%	80		75	80	75
Resistência à Deformação Permanente ("Wheel-tracking")	Taxa de deformação, WTS_{AIR}	EN 12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio a 60 ºC	mm/10^3 ciclos de carga	Categoria a declarar	Betume base 35/50 ≤ 0,15	Betume base 50/70 ≤ 0,20	Betume base 35/50 ≤ 0,08	Betume base 50/70 ≤ 0,09	Categoria a declarar
	Prof. de rodeira máxima, PRD_{AIR}			%		Betume base 35/50 ≤ 9,0	Betume base 50/70 ≤10,0	Betume base 35/50 ≤ 6,0	Betume base 50/70 ≤7,0	
% de ligante, mín.		-	-	%	B*min4,0* [e]	9-10 [f]		8-9 [f]		5 [f]	4 [f]
Sensibilidade à água, ITSR, mín		EN 12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 – 75 pancadas, temperatura do ensaio: 15º C [g]	%	Categoria a declarar	75		65		Categoria a declarar	
Permeabilidade *insitu*		EN 12697-40	-	s	NA						
Permeabilidade *in situ* (permeâmetro LCS)		NLT 327	-	s							
Perda de massa, PL		EN 12697-17	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas, temperatura do ensaio: 25	%	NA	≤ 10		NA		Categoria a declarar	NA
Ensaio Cântabro húmido [h], máx		NLT362 [i]	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 perda por desgaste: NP EN 1097-2, temperatura do ensaio: 25º C	%		10				20	

NA - Não aplicável
(a) - Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 21 kN.
(b) - Calculada para a percentagem óptima de ligante da mistura em estudo.
(c) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 pancadas - a única excepção refere-se à moldagem dos provetes das misturas PA12,5 (BBd) e AC10 surf (mBBr) e misturas abertas com borracha, onde se aplicarão apenas 50 pancadas -, de acordo com a norma EN 12697-30, à temperatura de compactação para a qual, a viscosidade do ligante a empregar na mistura, se situe entre 280±30 Cst. A baridade deverá ser determinada segundo o procedimento D - baridade geométrica, para as misturas PA12,5 (BBd) e misturas betuminosas abertas com betume modificado com borracha.
No caso das misturas betuminosas com betumes modificados com borracha são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 ºC e 150 Cº.
(d) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 pancadas - as excepções referem-se à moldagem dos provetes das misturas PA12,5 (BBd), AC10 surf (mBBr) e misturas betuminosas abertas com betume modificado com alta percentagem de borracha, onde se aplicarão apenas 50 pancadas - de acordo com a norma EN 12697-30 - à temperatura de compactação para a qual, a viscosidade do ligante a empregar na mistura, se situe entre 280±30 Cs.
No caso das misturas betuminosas com betumes modificados com alta percentagem de borracha, são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 ºC e 150 Cº.
(e) - Valor que corresponde à menor percentagem de betume a usar no fabrico da mistura betuminosa - a considerar para ponto de partida do ensaio Marshall - a partir da qual serão fabricadas mais 4 misturas betuminosas, com cinco percentagens de betume, com incrementos sucessivos de 0,5% de betume.
(f) - Este valor corresponde à percentagem mínima a utilizar no trecho experimental que servirá de base à formulação da mistura (ver item II.17 - 3 na mistura correspondente).
(g) - No caso das misturas PA12,5 (BBd), AC10 sur f(mBBr) e misturas betuminosas abertas com betume modificado borracha, para efectuar o ensaio da sensibilidade à água, aplicam-se apenas 50 pancadas.
(h) - Para a realização destes ensaios são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 ºC e 150 ºC, utilizando para o efeito 1050 g de mistura betuminosa.
(i) - Este ensaio consiste numa adaptação das condições de ensaio da norma NLT 362, no que respeita à utilização das novas normas de compactação, por impacto e de desgaste de Los Angeles. A perda por desgaste no ensaio Cântabro com imersão em água não deverá ser superior a 25%. São compactados 8 provetes (com 101,6 mm de diâmetro e 63,5 mm de altura), utilizando o compactador de impacto (EN 12697-30), a uma temperatura de compactação para a qual a viscosidade do betume a empregar na mistura, se situe entre 280 ºC ± 30 cSt (gama de temperatura de compactação indicada na ficha de produto do

Requisitos /Propriedades	Ref. normativa	Condições específicas de ensaio	Unid.	Tipo de mistura				
				AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros (j)	MBA-BBA (k)	MBR-BBA (k)	MBA-BBM (l)	MBR-BBM (l)
betume), com a energia de compactação de 50 pancadas em cada face, determinando-se as respectivas baridades. As baridades dos dois grupos de 4 provetes cada, devem ser similares entre eles, devendo proceder-se à sua extracção após um mínimo de 2 horas de espera. Metade dos provetes são colocados em estufa a 25 ºC, durante 24 horas. Os restantes provetes são submersos, durante 24 horas, num banho de água a 60ºC. Seguidamente retiram-se estes últimos e colocam-se em estufa a 25º C, durante 24 horas, com ventilação forçada. Finalmente todos os provetes são submetidos ao ensaio de desgaste na máquina de Los Angeles (300 voltas, mas sem esferas). Para cada provete é determinada a perda por desgaste expressa em percentagem da massa inicial, determinando-se o valor médio para os provetes conservados ao ar (PA) e para os provetes submersos em água (PS). Finalmente o resultado expresso em % é dado por (PS/PA)*100, sendo arredondado a 1%. (j) - Os agregados devem ser pré-envolvidos em ligante betuminoso garantindo uma percentagem de betume residual compreendida entre 1,5 e 2,5%. A taxa média de aplicação dos agregados pré-envolvidos deve estar compreendida entre 9 a 12 kg/m2. Caso seja necessário, pode ser adicionado filer de modo a garantir que os agregados sejam envolvidos com a percentagem de ligante definida. (k) -Percentagem ponderal de borracha relativa à massa total do ligante modificado com borracha: 18-22 %. No caso das misturas betuminosas com betumes modificados com borracha, são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 ºC e 150 ºC. (l) -Percentagem ponderal de borracha relativa à massa total do ligante modificado com borracha: 8-15 %.								

I.21 - REGAS BETUMINOSAS DE IMPREGNAÇÃO, COLAGEM OU CURA

1 - ÂMBITO

Nas rubricas que abrangem requisitos relativas às diferentes regas são especificadas as propriedades requeridas, os valores limite associados, os respectivos métodos de ensaio descritos nas diferentes normas e documentos aplicáveis.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

São aplicadas as normas NP e Especificações do LNEC relativas a estes materiais, nomeadamente as apresentadas nas rubricas seguintes.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - Rega de impregnação betuminosa

3.1.1 - Com emulsão betuminosa

Especificações mencionadas no Quadro I.20.4.

3.2 - Rega de colagem

3.2.1 - Com emulsão betuminosa

Especificações mencionadas no Quadro I.20.5.

I.22 - TRABALHOS ESPECIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

1 - ÂMBITO

Nas seguintes rubricas são especificados os requisitos relativos aos diferentes trabalhos especiais de pavimentação descritos nas diferentes normas e documentos aplicáveis.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

São aplicadas as normas NP e Especificações do LNEC relativas a estes materiais, nomeadamente as apresentadas nas rubricas seguintes.

3 - PRESCRIÇÕES

O material fornecido, dando cumprimento às disposições regulamentares, Decreto-Lei nº 4/2007 de 8 de Janeiro, quando aplicável, deve exibir a marcação CE, ser acompanhado de documentação comprovativa de conformidade da mesma designadamente declaração de conformidade CE emitida pelo fabricante e certificado de conformidade CE emitido por organismo notificado, atestando a observância do sistema de conformidade estabelecido e dos requisitos técnicos aplicáveis. Deve ainda ser apresentada ficha técnica de produto e boletim de ensaios que caracterize o lote de fabrico.

Na execução dos trabalhos a seguir discriminados, envolvendo a remoção, o transporte a operador de resíduos licenciado e eventual depósito de produtos, designadamente rubricas 3.1, 3.2 e 3.7, quando aplicável, deve ser cumprido o disposto nos Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março, (aprova o regime de gestão de resíduos de construção e demolição) e Decreto-Lei nº 152/2002 de 23 de Maio, (aplicado a aterros destinados à deposição de resíduos) e demais legislação vigente aplicável.

3.1 - Fresagem de camadas de pavimentos existentes remoção e transporte a operador de resíduos licenciado dos produtos escavados ou reutilização, conforme definido em projecto

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo “Pavimentação – Métodos Construtivos”.

I.23 - EQUIPAMENTO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - MARCAS RODOVIÁRIAS

1 - ÂMBITO

As rubricas que se seguem abrangem requisitos relativos aos diferentes equipamentos de sinalização horizontal descritos nas diferentes normas e documentos aplicáveis.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

As marcas serão executadas de modo a serem respeitadas as normas NP EN 1423-2000, NP EN 1436-2000, NP EN 1790-2000 e os regulamentos em vigor.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - Tintas para Pré-Marcação

As tintas a utilizar na pré-marcação devem ser, de preferência, na cor branca (cor da marca), de secagem rápida, de resistência ao desgaste compatível com o tempo de duração exigido pela data prevista para a marcação, tendo em consideração o volume de tráfego em presença.

3.2 - Agregado e Cargas para Material Termoplástico

O agregado será constituído por areia silicosa, calcite, quartzo ou outros produtos similares. As cargas serão pós finos, que dão corpo ao material termoplástico, podendo utilizar-se, por exemplo, cré (carbonato de cálcio) ou litopone. As granulometrias dos agregados e das cargas deverão ser escolhidas de modo a permitir uma boa compacidade de material termoplástico.

3.3 - Pigmento para Material Termoplástico Branco

O pigmento a utilizar será dióxido de titânio (TiO2).

3.4 - Ligante para Material Termoplástico

O ligante será constituído por um material resinoso termoplástico natural ou sintético, plastificado com óleo mineral.

3.5 - Pérolas Reflectoras para Material Termoplástico

As pérolas deverão ser de vidro transparente ou de material equivalente, que permita tornar o material termoplástico reflector. As pérolas deverão ser suficientemente incolores para não comunicar às marcas rodoviárias, sob a luz do dia, nenhuma modificação apreciável da cor. Consideram-se como defeituosas as pérolas não esféricas, opacas, opalescentes e que contenham bolhas de gás, de dimensão superior a 25% da sua área projectada e graus de materiais estranhos. A percentagem de pérolas não esféricas, determinada segundo a especificação ASTM 1155-33, deve ser inferior a 30%.

Índice de refracção: As miocroesferas de vidro não apresentarão um índice de refracção inferior a 1,5.

Resistência à água: após 60 minutos de tratamento por refluxo com água destilada, as pérolas não devem apresentar alteração superficial apreciável, e o volume máximo admissível de solução de ácido clorídrico 0,01 N, para neutralizar a água após a realização do ensaio, será de 9 cm^3.

Resistência aos ácidos: após 90 horas de imersão numa solução diluída de ácido, à temperatura de 23 ± 2°C, estabilizada a um PH entre 5,0 e 5,3, as pérolas não devem apresentar senão uma ligeira perda de brilho em comparação com uma amostra não sujeita ao ensaio.

Resistência ao cloreto de cálcio em solução: após 3 horas de imersão numa solução aquosa de cloreto de cálcio a 5,5%, à temperatura de 23 ± 2°C, as pérolas não deverão apresentar nenhuma alteração superficial em comparação com uma amostra não sujeita ao ensaio.

A granulometria das pérolas introduzidas no material termoplástico deve estar de acordo com o seguinte:

PENEIRO ASTM	% ACUMULADA DO MATERIAL PASSADO
1,700 mm	100
0,425 mm	0 - 10

A granulometria das pérolas de vidro, projectadas no momento da aplicação deve obedecer ao seguinte:

PENEIRO ASTM	% ACUMULADA DO MATERIAL PASSADO
1,700 mm	100
0,600 mm	80-100
0,425 mm	45 - 100

PENEIRO ASTM	% ACUMULADA DO MATERIAL PASSADO
0,300 mm	10-45
0,212 mm	0 - 25
0,075 mm	0 - 5

3.6 - Material Termoplástico Branco de Aplicação a Quente

O material será constituído por agregado, pigmento, cargas, ligados por um ligante plastificado com óleo mineral e pérolas de vidro com uma granulometria apropriada para se obter o efeito reflector desejado. A composição do material deve atender às seguintes proporções em massa:

- Agregado, incluindo as pérolas ..... 60 ± 2%
- Pigmento e cargas..... 20 ± 2%
- Pigmento ..... 6% mínimo
- Ligante ..... 20 ± 2%
- Pérolas de vidro..... 20 ± 2%

O material deve ainda obedecer às seguintes características:

- Peso específico compreendido entre 1,96 e 2,04 g/cm³
- Ponto de amolecimento (anel e bola) superior a 80°C
- Resistência ao abatimento - a percentagem de diminuição da altura de um cone feito com o material, sujeito a 23 ± 2ºC não deve ser superior a 10%
- Repassamento - o material termoplástico, aplicado sobre base de argamassa betuminosa, não deve apresentar, por repassamento, variação de cor inferior ao grau 8 da escala fotográfica da especificação ASTM D 868-48.
- Resistência ao envelhecimento acelerado - o material termoplástico aplicado com a espessura seca de 1,5 mm sobre argamassa betuminosa, quando sujeito a envelhecimento acelerado durante 168 horas numa máquina “Weather-Ometer”, de arco voltaico, com o seguinte ciclo diário: 17 h de luz e calor (55ºC com molhagem intermitente de 18 em 18 minutos), 2 h de chuva forte e 5 h de repouso.
- Não deverá apresentar qualquer defeito assinalável à observação visual.
- Resistência à imersão em água - o material termoplástico, com a espessura seca de 1,5 mm, aplicado sobre fibrocimento, seco durante 72 horas ao ar, e imerso em água à temperatura de 20 a 30°C, durante 24 horas, e observado durante 2 horas, mais tarde, não deverá apresentar empolamento, fissuração, nem destacamento em relação à base.
- Resistência à alteração da cor - o material termoplástico submetido à acção da luz solar artificial durante 100 horas, não deve apresentar alteração de cor.
- Factor de luminância - o factor de luminância do material termoplástico branco, determinado numa direcção normal à superfície com iluminação a 45°C, por uma fonte CIE do tipo C, deve ser não inferior a 0,70 (NP 522-1966).
- Resistência à derrapagem - O material termoplástico, com a espessura seca de 1,5 mm, deverá apresentar uma resistência ao atrito não inferior a 45 BPN, medida com o "pêndulo britânico"; em zonas pontualmente perigosas, aquele valor deverá ser superior a 50 BPN.

I.24 - EQUIPAMENTO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - SINALIZAÇÃO VERTICAL

1 - ÂMBITO

As rubricas que se seguem abrangem requisitos relativos aos diferentes equipamentos de sinalização horizontal descritos nas diferentes normas e documentos aplicáveis.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

São aplicadas as normas NP e Especificações do LNEC relativas a estes materiais, nomeadamente as apresentadas nas rubricas seguintes.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - Sinais de Pequena Dimensão

3.1.1 - Âmbito da aplicação

São incluídos nesta designação os seguintes sinais:

- Sinais de perigo (A1 a A32);
- Sinais regulamentando a prioridade de intersecções;
- Sinais de regulamentação: - de cedência de passagem (B1 a B9)
  - de proibição (C1 a C22);
  - de obrigação (D1 a D16);
  - de prescrição específica (apenas os sinais de Zona, G1 a G9);
- Sinais de informação;
- Outros sinais: todas as baias direccionais;
- Sinais de indicação: - de informação (excepto H24 a H26, H28 a H31c, H32, H38, H39 e H42);
  - de pré-sinalização (I6, I7 e I9);
  - de identificação de localidades (N1 e N2);
  - complementares;
  - painéis adicionais (modelos 1 a 20).

3.1.2 - Placa

As placas devem ser fabricadas em chapa de ferro polido, com espessura mínima de 2,0 mm, e a sua confecção deverá contemplar a seguinte sequência:

a) Moldagem

- Corte da chapa;
- Moldagem do sinal a frio (por estampagem), ficando os símbolos em relevo, com a profundidade de 2,5 a 4,0 mm (função da espessura do molde e dos símbolos). No caso dos sinais STOP, a profundidade deverá ser a maior;

b) Protecção anti-corrosiva

- Lavagem e limpeza, por processo mecânico ou químico, de forma a que fique isento de quaisquer matérias estranhas, produtos de corrosão, óleo ou ácido;

- Secagem.
- Zincagem, por galvanização a frio (electrolítica) c/ a esp. de 14µ (100g de zinco/m2);

c) Acabamento

- Lavagem;
- Secagem.
- Pintura;
- Aplicação de primário e aparelho anti-corrosivo;
- Secagem em estufa;
- Pintura a cores;
- Secagem em estufa;
- Reflectorização;
- Aplicação de película retroreflectora;
- Colagem daquela película em prensa de vácuo;
- Secagem por infra-vermelhos.

Em alternativa, e para os sinais de simples indicação e outros sinais (baias direccionais) poderá ser utilizado o sistema de quinagem dos ângulos (em substituição do sistema de moldagem a frio) com todas as restantes operações de fabrico semelhantes às já escritas.

A pintura deverá ser executada com tinta de esmalte , nas cores adoptadas nos diversos sinais, sendo a parte posterior na cor cinzenta, adoptada pela RAMEDM (RAL 9018).

A reflectorização das placas deverá ser efectuada com tela tipo “scotchlite” ou equivalente, possuindo esferas de vidro isentas de qualquer rugosidade, constituindo uma superfície perfeitamente lisa e contínua, para evitar a fixação de poeiras, facilitar a limpeza e garantir, assim, as necessárias propriedades rectro-reflectoras, numa distância nunca inferior a 400 m.

As diferentes cores adoptadas, quer nas superfícies pintadas, quer retro-reflectoras, obedecerão às coordenadas e referências RAL do **Código Cromático**, de acordo com as seguintes tabelas.

SUPERFICIES PINTADAS	SUPERFICIES PINTADAS
azul	azul
x1= 0,078 x2= 0,150 x3= 0,210 x4= 0,137	RAL: 5019
y1= 0,171 y2= 0,220 y3= 0,160 y4= 0,038	
verde	verde
x1= 0,007 x2= 0,248 x3= 0,177 x4= 0,026	RAL: 6016
y1= 0,703 y2= 0,409 y3= 0,362 y4= 0,399	
vermelho	vermelho
x1= 0,690 x2= 0,595 x3= 0,569 x4= 0,655	RAL : 3002
y1= 0,310 y2= 0,315 y3= 0,341 y4= 0,345	
amarelo	amarelo

SUPERFICIES PINTADAS	SUPERFICIES PINTADAS
x1= 0,545 x2= 0,487 x3= 0,427 x4= 0,465	RAL : 1006
y1= 0,454 y2= 0,423 y3= 0,483 y4= 0,534	
laranja	laranja
x1= 0,610 x2= 0,535 x3= 0,506 x4= 0,570	RAL : 2008
y1= 0,390 y2= 0,375 y3= 0,404 y4= 0,429	
castanho	castanho
x1= 0,445 x2= 0,604 x3= 0,556 x4= 0,445	RAL : 8011
y1= 0,353 y2= 0,396 y3= 0,443 y4= 0,386	
branco	branco
x1= 0,350 x2= 0,300 x3= 0,285 x4= 0,335	RAL : 9010
y1= 0,360 y2= 0,310 y3= 0,325 y4= 0,375	
preto	preto
x1= 0,385 x2= 0,300 x3= 0,260 x4= 0,345	RAL : 9011
y1= 0,355 y2= 0,270 y3= 0,310 y4= 0,395	
	cinzento
	RAL : 7011

Os **Factores de Luminância** e **Coeficientes de Rectro-reflexão** deverão respeitar os valores mínimos constantes do quadro seguinte.

As telas retro-reflectoras deverão possuir em marca de água o símbolo do fabricante com a indicação do período de durabilidade devendo, quando isto não acontecer, ser apresentados os documentos de homologação ou resultados de ensaios laboratoriais das suas características, nomeadamente ópticas, cromáticas e de durabilidade.

Cores	Coeficiente de Rectroreflexão mínimo, em cd/lx.m2								
	Ângulo de Observação, em graus sexag.								*Factor de luminância mínimo ß*
	0,2		1/3			2,0			
	Ângulo de entrada, em graus sexages.								
	5	30	5	30	40	5	30	40	
Branco	70	30	50	24	9,0	5,0	2,5	1,5	0,35
Vermelho	15	6,0	10	4,0	1,8	0,8	0,4	0,3	0,05
Amarelo	50	22	35	16	6,0	3,0	1,5	1,0	0,27

3.1.3 - Postes

Os postes devem ser executados em chapa de aço laminado de 2,0 ± 0,2 mm de espessura, de acordo com o desenho de pormenor respectivo. Depois de devidamente limpos levarão como acabamento zincagem por galvanização a quente com a espessura de 84 µ (deposição de 600 g por m^2).

3.1.4 - Peças de ligação

As peças de ligação da placa ao poste, em chapa de aço de 3 mm de espessura (charneiras, parafusos, anilhas e porcas) são normalizadas, devendo obedecer ao respectivo desenho de pormenor, e levarão, como acabamento, depois de devidamente limpas, zincagem por galvanização a frio (electrolítica) com a espessura de 14 µ(100 g de zinco por m^2).

3.1.5 - Marcação dos Sinais

Na parte posterior dos sinais deverá ser inscrito o logótipo do dono-da-obra (4 x 4 cm^2) encimando a respectiva data de fabrico, sem cor de fundo, sob a forma de carimbo tecnicamente não removível.

3.1.6 - Parafusos, Anilhas e Porcas

Os tipos de parafusos, suas formas e dimensões devem satisfazer as normas portuguesas em vigor, sendo dos tipos indicados nas peças desenhadas. Serão cadmiados por galvanização a frio.

3.1.7 - Aço Macio Corrente e Metal de Adição para Soldadura

A qualidade e características mecânicas do aço macio corrente a utilizar em chapas, perfis ou parafusos, bem como do metal de adição para soldadura, deverão satisfazer todas as especificações e requisitos próprio indicados no Eurocódigo 3 - Projecto de Edifícios e de Obras de Engenharia Civil em Aço.

3.1.8 - Alumínio

Será obtido directamente da primeira ou segunda fusão, sendo a percentagem de impurezas < 2%.

3.1.9 - Ligas de Alumínio

A sua utilização está prevista no presente projecto, e deverão conter um mínimo de 50% de alumínio, sendo a parte restante constituída por componentes de adição e sem quaisquer impurezas.

3.1.10 - Protecção de Elementos Contra a Corrosão

Todos os elementos de aço a empregar na sinalização serão metalizados por galvanização, devendo as suas superfícies apresentar um recobrimento homogéneo com metal de protecção e sem quaisquer impurezas.

Todas as furações, soldaduras e remodelações das peças serão realizadas anteriormente à galvanização.

As placas dos sinais de pequena dimensão serão zincadas por galvanização a frio (electrolítica), sendo a espessura do revestimento de 14 µ e a deposição de 100 g/m^2. Os postes, tanto dos sinais de pequena, como de média e grande dimensão, serão zincados por galvanização a quente, sendo a espessura do revestimento de 84 µ e a deposição de 600 g/m^2.

Todos os parafusos, anilhas e porcas serão cadmiados por galvanização a frio (electrolítica), sendo a espessura do revestimento de 20 µ e a deposição de 140 g/m^2, o mesmo sucedendo às charneiras, com 28 µ e 140 g/m^2.

3.1.11 - Cores

As cores a utilizar na sinalização, tanto em tintas como em telas reflectoras, devem ser as previstas no Código da Estrada e seu Regulamento.

Abecedários/Numerários: As características das inscrições utilizadas nas mensagens da sinalização, são obtidas a partir dos abecedários e numerários tipo (unitários) constantes do Regulamento de Sinalização do Trânsito, dado pelo Decreto-Regulamentar 22-A/98, bem como da Norma de Sinalização Vertical de Orientação.

I.25 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - GUARDAS DE SEGURANÇA SEMI-FLEXIVEIS

1 - ÂMBITO

Definição das características e condições de emprego de Guardas de Segurança Semi-Flexiveis.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

Os materiais, dimensionamento, execução e ensaios dos elementos de guardas de segurança e suas ligações, deverão, em tudo, obedecer ao que é prescrito e lhes diga respeito no Eurocódigo 3 - Projeto de Edifícios e de Obras de Engenharia Civil em Aço, bem como às normas ou especificações do LNEC que interessem à conceção e execução das guardas.

Deverão ainda obedecer, para o caso de guardas de segurança semi-flexíveis duplas especiais, às diretivas do Conselho de 28 de março de 1983 (83/189/CEE), nomeadamente no que se refere às "instruções relativas ao emprego de dispositivos de retenção de veículos contra despistes acidentais da faixa de rodagem", Anexos 4 e 5, para a guarda semi-flexível denominada BHO, e às normas que lhe são aplicáveis.

A guarda de segurança semi-flexível deverá cumprir os requisitos da Norma EN 1317 para a sua classe especificada no projeto.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - QUALIDADE DOS MATERIAIS

Todos os elementos da guarda de segurança serão executados em aço macio corrente de textura completa e homogénea, isento de inclusões, fendas ou outros defeitos prejudiciais à sua utilização.

Os perfis laminados e as chapas devem ter as formas previstas, apresentar-se desempenadas dentro das tolerâncias admitidas e com as superfícies lisas.

3.2 - CARATERÍSTICAS DO AÇO

O aço macio corrente a utilizar em chapas, em perfis, ou parafusos, deverá possuir as seguintes características mecânicas:

- Lim. elástico convencional mín. (c/ 0,2 % de deformação permanente) 24 kgf/mm2
- Tensão de rotura mínima 37 kgf/mm2
- Mínima extensão após rotura ..... 22 %

Para os parafusos, o limite elástico convencional pode baixar até 21 kgf/mm2 e a extensão após a rotura (mínima) deverá situar-se nos 25%.

3.3 - CARACTERÍSTICAS DO METAL DE ADIÇÃO PARA SOLDADURA

Os métodos de soldadura deverão respeitar as prescrições seguintes:

- As soldaduras serão realizadas por fusão, através de um arco eléctrico, com eléctrodos, por processo semiautomático de fusão do fio em atmosfera neutra;
- As soldaduras serão realizadas por cordões contínuos, planos os côncavos, cuja espessura é indicada nos desenhos de pormenor.

O metal de adição para soldaduras deverá respeitar as seguintes características:

- Tensão de cedência mínima 28 kgf/mm^2
- Tensão de rotura mínima 44 kgf/mm^2
- Mínima extensão após rotura 25 %

3.4 - TIPOS E DIMENSÕES DOS ELEMENTOS DA GUARDA DE SEGURANÇA SIMPLES
3.4.1 - VIGA OU BAIA

Será executada em chapa com espessura de 3 mm (tolerância de ± 10%).

A secção da viga será do tipo "Omega", com duas ondas elípticas moldadas numa só peça e sem arestas nos ângulos diedros.

Aquela secção deverá proporcionar à viga as seguintes características mecânicas:

- Momento de flexão correspondente a 2/3 do limite de fadiga do material > 70 tfm
- Flecha máx. correspondente a uma carga isolada de 1000 kgf, a meio do vão de 4 m - 12 cm.

Cada tramo da viga em alinhamento recto deverá possuir um comprimento de 4,0 m, entre eixos de apoio, podendo, em curvas com raio inferior a 45 m, baixar para valores ajustados à respectiva curvatura.

A sobreposição de cada tramo para o estabelecimento da continuidade da viga deverá verificar-se, pelo menos, numa extensão de 0,30 m.

Os furos serão em número de oito para fixação dos elementos horizontais entre si e um de fixação ao dispositivo de afastamento, deverão ser convenientemente ovalizados por forma a permitir as variações de comprimento devidas à acção da temperatura, bem como o jogo indispensável ao melhor amortecimento e à facilidade de montagem.

A altura da aresta superior da viga, em guarda com viga simples, será de 0,70 m (tolerância de + 0,03m, - 0,00 m).

Deverão respeitar-se todas as dimensões indicadas nos respectivos desenhos de pormenor.

3.4.2 - PRUMO OU SUPORTE

Deverá ser utilizado o perfil especificado no projecto, posicionado de forma a fixar a viga à alma. O seu comprimento total será de:

- 1,70 m, ficando a menos de 0,50 m de crista de aterros consolidados;
- 1,50 m em secção corrente, compreendendo os solos que tornam necessário o emprego de perfurador.

A altura mínima do topo do prumo acima do solo será 0,66 m, com a tolerância de + 0,03 m.
O furo do parafuso de fixação deve ficar situado a 0,11 m do topo do perfil e ser convenientemente ovalizado verticalmente.

Os postes, quando convenientemente encastrados (caso dos prumos fixos aos tabuleiros das pontes), satisfarão às seguintes condições técnicas:

- A flecha relativa à carga de 3500 kgf no sentido normal ao movimento será no máximo 2 mm;
- A flecha relativa à carga de 200 kgf no sentido do movimento será no máximo 5 mm.

Em separadores centrais e sempre que possível em planta, dever-se-á recorrer a prumos em perfil UNP 16, que suportará de um e de outro lado uma viga do tipo OMEGA, idêntica à já descrita.

3.4.3 - SEPARADOR - AFASTADOR (AMORTECEDOR)

Será executado em chapa de aço do tipo indicado nas peças desenhadas, com as dimensões aí fixadas.

Não se prevê a colocação de afastadores nos dois suportes terminais das extremidades enterradas.

3.4.4 - ELEMENTOS ESPECIAIS

As placas de fixação terão as dimensões definidas nos respectivos desenhos de pormenor. Estas placas de fixação serão apenas utilizadas nos três primeiros e nos três últimos prumos de cada fila, para assegurar melhor amarração em caso de colisão nesta zona.

3.4.5 - PARAFUSOS (LIGAÇÕES)

As ligações de todos os elementos que constituem a guarda de segurança (troços de viga, prumos e amortecedores) entre si, serão efectuadas com parafusos em aço macio e o seu dimensionamento será efectuado tendo em consideração o determinado na Norma Portuguesa NP 343, devendo ser utilizadas anilhas apropriadas para melhorar as condições de aperto.Todos os parafusos da viga deverão ser do tipo "cabeça de tremoço".

A ligação de dois tramos consecutivos da viga deverá ser realizada com a utilização de um número mínimo de oito parafusos.

O amortecedor não deverá ser ligado ao prumo por parafusos de diâmetro inferior a 16 mm (Prumo INP 12). Nesta ligação não serão utilizadas anilhas.

3.5 - RESISTÊNCIA DOS ELEMENTOS

3.5.1 - VIGA

A viga, colocada na posição horizontal e com a face de exposição ao tráfego voltada para cima, quando submetida, para além do seu peso próprio, a uma carga estática vertical aplicada a meio vão, deverá resistir a um momento flector de 375 kg.m sem que a tensão de tracção no aço ultrapasse 2/3 do seu limite elástico convencional.

Nas mesmas condições, a tensão de rotura à tracção não deverá ser atingida sob a acção de uma carga inferior a uma tonelada.

3.5.2 - PRUMO OU SUPORTE

O prumo deverá resistir, no seu lugar, a uma carga estática horizontal de uma tonelada, aplicada ao nível correspondente a meia altura da viga e dirigida de dentro para fora da faixa de rodagem, sem que a tensão de tracção no aço ultrapasse os 2/3 do seu limite elástico convencional.

Nas mesmas condições, a tensão de rotura à tracção não deverá ser atingida sob a acção de uma carga inferior a duas toneladas.

3.5.3 - PARAFUSOS (LIGAÇÕES)

Os troços da viga terão de estar de tal modo interligados que devem resistir a um esforço de tração simples de 20 toneladas, abstraindo das suas ligações aos prumos.

3.6 - PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO

Todos os elementos da guarda de segurança serão metalizados a zinco, por galvanização, devendo as suas superfícies apresentar um recobrimento homogéneo com o metal de proteção; se a galvanização for

a quente (por imersão), o recobrimento não deverá ser inferior a 600 g/m2, a que corresponde aproximadamente uma capa com espessura de 84 µ e, se for a frio (eletrolítica), aquele não deverá ser inferior a 300 g/m2.

A furação nas vigas, suportes, separadores e alongadores, bem como a soldadura, serão efetuadas antes da galvanização.

Os parafusos, anilhas e fêmeas, devem ser metalizados com galvanização a frio.

I.26 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO A MOTOCICLISTAS

1 - ÂMBITO

Definição das características e condições de emprego dos Dispositivos de Proteção a Motociclistas.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

Os materiais, dimensionamento, execução e ensaios dos elementos de guardas de segurança e suas ligações, deverão, em tudo, obedecer ao que é prescrito e lhes diga respeito no Eurocódigo 3 - Projeto de Edifícios e de Obras de Engenharia Civil em Aço, bem como às normas ou especificações do LNEC que interessem à conceção e execução das guardas.

O ecrã de proteção a motociclistas deverá cumprir a Norma EN 1317 para a classe especificada no projeto para a guarda de segurança semi-flexível que está associada.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - MATERIAIS

Todos os elementos serão executados em aço macio corrente de textura completa e homogénea, isento de inclusões, fendas ou outros defeitos prejudiciais à sua utilização.

Os perfis laminados e as chapas devem apresentar-se desempenados, dentro das tolerâncias admitidas e com as superfícies lisas. O aço utilizado deverá possuir características apropriadas para a galvanização por imersão a quente.

O ecrã de proteção a motociclistas deverá cumprir a Norma EN 1317 para a classe especificada no projeto para a guarda de segurança semi-flexível que está associada.

3.2 - CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO AÇO

Deverá ser utilizado aço macio corrente em chapas, perfis e parafusos, com as seguintes características mecânicas:

- Lim, elástico convencional min.
  (c/0,2% de deformação permanente) .....24 Kgf/mm^2

- Tensão de rotura mínima ..... 37 Kgf/mm^2
- Mínima extensão após rotura 22%

Para os parafusos, o limite elástico convencional poderá baixar até 21 Kgf/mm^2 e a extensão após a rotura (mínima) deverá situar-se nos 25%.

3.3 - CARACTERÍSTICAS DO METAL DE ADIÇÃO PARA SOLDADURA

Os métodos de soldadura deverão respeitar as seguintes prescrições:

- As soldaduras serão realizadas por fusão, através de um arco elétrico, com elétrodos, por processo semiautomático de fusão do fio em atmosfera neutra;
- As soldaduras serão realizadas por cordões contínuos, planos ou côncavos.

O metal de adição para soldaduras deverá respeitar as seguintes características:

- Tensão de cedência mínima ..... 28 Kgf/mm^2
- Tensão de rotura mínima ..... 44 Kgf/mm^2
- Mínima extensão após rotura 25%

3.4 - TIPOS E DIMENSÕES DOS ELEMENTOS DA SAIA METÁLICA
3.4.1 - Saia metálica (Ecrã)

A saia metálica será executada em chapa com espessura de 2 mm. A sua secção não poderá apresentar arestas nos ângulos diedros.

A altura total da secção deverá estar compreendida entre 0,34 e 0,37 m. No caso da existência de lancis, passeios, ou outro motivo que o justifique, poderá a altura total da secção ser de apenas 0,31 m.

Cada tramo da saia metálica em alinhamento reto deverá possuir um comprimento de 4,0 m entre eixos de apoio, podendo, em curvas, baixar para valores ajustados à respetiva curvatura.

A sobreposição de cada tramo para o estabelecimento da continuidade da saia deverá verificar-se, pelo menos, numa extensão de 0,30 m.

Os furos serão em número de quatro para fixação dos elementos horizontais entre si, e um furo central destinado à fixação dos tramos ao dispositivo de afastamento/amortecedor. Os furos deverão ser convenientemente ovalizados por forma a permitir as variações de comprimento devidas à ação da temperatura, bem como um melhor amortecimento e facilidade de montagem.

3.4.2 - Dispositivo de afastamento / amortecedor

O dispositivo de afastamento / amortecedor será fixo à face anterior ou posterior do amortecedor da viga superior e deverá possuir rasgos e/ou furação adequada (ovalizada) que permita ajustar a altura ao solo da saia metálica. Deverá ter 8 mm de espessura e garantir um afastamento do prumo à saia metálica tal que a face ou parte exterior desta virada para a via esteja no mesmo plano vertical que a face do amortecedor-viga superior que encosta a esta mesma viga, com uma tolerância de ± 5 cm.

O sistema de fixação não pode implicar qualquer nova função dos elementos já existentes e aplicados.

3.4.3 - Parafusos (Ligações)

As ligações de todos os elementos serão efetuadas com parafusos em aço macio e o seu dimensionamento será efetuado tendo em consideração o determinado na Norma EN ISO 898-1:1999 e no Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (D. L. nº 211/86, de 31 de Julho), devendo ser utilizadas anilhas apropriadas para melhorar as condições de aperto.

Todos os parafusos deverão ser do tipo “cabeça de tremoço”.

3.4.4 - Proteção contra a corrosão

Todos os elementos da saia metálica serão metalizados a zinco, por galvanização por imersão a quente, respeitando o estipulado na norma EN ISO 1461:2009.

A furação nas saias e suportes, bem como a soldadura, serão efetuadas antes da galvanização.

Os parafusos, anilhas e fêmeas, devem ser metalizados por galvanização a frio.

3.4.5 - Homologação

Deverão ser apresentados documentos de homologação passados por laboratórios nacionais ou de outros países da União Europeia, que atestem a eficácia, qualidade e funcionalidade do sistema proposto.

I.27 - TINTAS

1 - ÂMBITO

Definição das características e condições de emprego de tintas destinadas a proteger contra a corrosão estruturas metálicas e acessórios metálicos e a pintar estruturas de betão.

2 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

NP 41 - Tintas e vernizes. Terminologia e definições
NP 42 - Tintas e vernizes. Classificação
NP 111 - Tintas e vernizes. Defeitos na pintura. Terminologia e definições

NP 679 - Tintas. Determinação do teor em pigmento
NP 680 - Tintas. Determinação do teor em água
NP 681 - Tintas mistas de zarcão e óxido de ferro. Determinação do teor em óxido de ferro do pigmento
NP 682 - Tintas mistas de zarcão e óxido de ferro. Determinação do teor em zarcão do pigmento
NP 684 - Tintas. Determinação do grau de dispersão do pigmento
NP 840 - Tintas brancas. Determinação do teor em chumbo total do pigmento
NP 841 - Tintas brancas. Determinação do teor em zinco do pigmento
NP 842 - Tintas brancas. Determinação do teor em enxofre total do pigmento
NP 843 - Tintas verdes de crómio. Determinação do teor em crómio total do pigmento
NP 844 - Tintas verdes de crómio. Determinação do teor em cromato de chumbo do pigmento
NP 845 - Tintas verdes de crómio. Determinação do teor em sulfato de sódio e do teor em matéria siliciosa insolúvel de pigmento
NP 846 - Tintas verdes de crómio. Determinação do teor em chumbo total de pigmento
NP 847 - Tintas verdes de crómio. Determinação do teor em cálcio do pigmento
NP 848 - Tintas amarelas e alaranjadas. Determinação do teor em óxido de titânio do pigmento
NP 849 - Tintas pretas
NP 1510 - Tinta de cromato de zinco. Determinação do teor de crómio total do pigmento
NP 1511 - Tintas de cromato de zinco e óxido de ferro. Determinação do teor de matéria insolúvel e do teor de sílica do pigmento
NP 1512 - Tintas de cromato de zinco e óxido de ferro. Determinação do teor de óxido de ferro do pigmento
NP 1513 - Tintas de cromato de zinco e de óxido de ferro. Determinação do teor de crómio total do pigmento
NP 1514 - Tintas de cromato de zinco, de óxido de ferro. Determinação do teor de zinco

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

As tintas a utilizar são, na generalidade dos casos:

- Condicionadores de metal "Wash-Primer";
- Primários anti-corrosivos;
- Intermediários;
- Acabamentos.

As películas de tinta devem satisfazer aos requisitos necessários à garantia de protecção eficaz durante o período mínimo aceitável, a saber:

- Boa aderência à superfície metálica;
- Boa penetração em todos os poros ou irregularidades do metal aquando da pintura;
- Elevada impermeabilidade à água;
- Existência de agentes iniciadores, para favorecer a inércia térmica do metal, e baixa condutividade eléctrica.

O Empreiteiro deverá apresentar os certificados de qualidade e os resultados dos ensaios das tintas que se propõe a aplicar. Deverá apresentar ainda as especificações técnicas com a identificação clara da sua natureza do veículo de fixação e do pigmento utilizado.

As películas de tintas devem satisfazer aos requisitos necessários à garantia de protecção eficaz durante o período mínimo aceitável. Devem ainda apresentar boa aderência à superfície, boa penetração em todos os poros ou irregularidades do material aquando da pintura, elevada impermeabilidade à água e deverá

ainda apresentar baixa condutividade eléctrica. Deverá ainda conter agentes iniciadores que favoreçam a inércia térmica das superfícies.

As tintas deverão ser submetidas a ensaios correspondentes às especificações mais importantes. Os ensaios mais representativos para avaliar a duração das tintas quando submetidas à acção de diferentes atmosferas (ensaios de comportamento) são os ensaios de envelhecimento natural em ambientes perfeitamente diversificados e, em alternativa, ensaios de envelhecimento artificial acelerado e de corrosão pelo meio salino e humidade.

Os pigmentos dos primários anti-corrosivos devem ser o zarcão ou o cromato de zinco, isolados ou combinados com outros produtos.

Os primários contendo zarcão não se devem empregar em contacto permanente ou intermitente com água salgada; os de cromato de zinco podem ser empregues nestas condições.

As tintas a utilizar nas superfícies metálicas deverão ter as propriedades mais adequadas à pintura que consta destas Especificações Técnicas, serão de marca conhecida e de qualidade comprovada e terão de ser aprovadas pela Fiscalização.

As tintas para superfícies de betão deverão ser objecto de estudo específico a ser aprovado pela Fiscalização tendo em conta a sua aderência, durabilidade, flexibilidade, impermeabilidade à água e permeabilidade ao vapor.

I.28 - MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS

As características dos materiais não especificados serão propostas pelo Empreiteiro à Fiscalização, que se reserva o direito de os não aprovar se entender que não possuem condições de resistência, duração e adaptabilidade aos fins a que se destinam.

CAPÍTULO II - MODO DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

II.1 - ESTALEIRO E TRABALHOS PREPARATÓRIOS

1 - OBJECTIVO

Definição das condições de execução do estaleiro e instalações para a Fiscalização, das condições de execução dos trabalhos preparatórios da empreitada (nomeadamente levantamentos topográficos das áreas de trabalho, implantação dos trabalhos, meios de elevação para a execução dos trabalhos, etc.) e definição do modo de execução da piquetagem, implantação e controlo topográfico da obra.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os trabalhos associados ao estaleiro apresentam-se em diversos artigos considerados por verba global, nomeadamente:

- Instalações gerais do Estaleiro, dando total cumprimento ao exigido nos procedimentos de segurança, incluindo piquetagem, implantação e controlo topográfico da obra, vedações, transporte, montagem, manutenção e desmontagem de todo o equipamento e de todas as instalações necessárias em local próximo das obras, e ainda a criação, colocação e remoção de estruturas, de meios e equipamentos (nomeadamente andaimes, gruas ou outros) para a realização de todos os trabalhos necessários ao cumprimento do projecto;

- Abertura, manutenção e remoção de todos os acessos provisórios às diferentes frentes de obra, para a realização de todos os trabalhos necessários ao cumprimento do projecto;

- Fornecimento e implementação de pelo menos dois painéis identificativos da obra e da sinalização temporária dos trabalhos (em conformidade com o Plano de Sinalização e de Circulação Temporária, a elaborar pela entidade adjudicante);

- Reposição de todos os serviços afectados, incluindo o levantamento topográfico dos mesmos, bem como a concepção, a definição e a execução de todos os trabalhos necessários e acessórios para o desvio (e posterior reposição, incluindo o fornecimento e instalação de todos os materiais, com características idênticas aos existentes), de acordo com as exigências das entidades competentes;

- Manutenção das vias e acessos existentes utilizados pelo Empreiteiro durante a execução da obra (repondo no final pelo menos as condições existentes à data da consignação), bem como todos os trabalhos necessários e acessórios;

- Fornecimento, colocação e remoção de todas as estruturas necessárias à protecção da estrada e às áreas envolventes potencialmente afectadas pela execução dos trabalhos da empreitada, incluindo todos os trabalhos necessários e acessórios;

- Implementação do Plano de Segurança e Saúde em fase de obra, incluindo todos os trabalhos necessários e acessórios;

- Implementação do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em fase de obra, incluindo todos os trabalhos necessários e acessórios.

- Implementação do Sistema de Observação durante o período de execução da obra, incluindo a realização e interpretação das leituras (com as frequências definidas no projecto), e apresentação de um relatório por cada campanha de observação.

Ao preço global destes trabalhos corresponde ainda o custo dos materiais e trabalhos inerentes à correcta instalação e funcionamento do estaleiro, como sejam, a ligação de esgotos, a construção de dispositivo de lavagem de rodados dos camiões, incluindo tanque de decantação, o abastecimento de água e de luz, as ligações de telecomunicações (telefones e internet).

3 - ESTALEIRO

O Empreiteiro obriga-se a cumprir toda a legislação respeitante à construção, ao pessoal nos estaleiros e à segurança no trabalho, incluindo o fornecimento de EPI e EPC.

Os trabalhos da empreitada não se poderão iniciar sem que as instalações destinadas ao Empreiteiro e à equipa de Fiscalização estejam construídas e em condições de serem habitadas ou utilizadas. Concluída a empreitada, os materiais empregues nestas instalações provisórias são pertença do Empreiteiro.

Após a conclusão da obra, o Empreiteiro deverá restituir o aspecto e a morfologia originais das zonas afectadas quer pelos trabalhos da empreitada, quer pela instalação do estaleiro quer ainda por outras obras acessórias tais como caminhos de acesso das máquinas às frentes de trabalho.

A Fiscalização reserva-se o direito de controlar todos os estaleiros e instalações do Empreiteiro e seus fornecedores relacionados com a obra, pelos seus próprios meios ou por organismos ou empresas da sua escolha. O Empreiteiro deverá facilitar o trabalho de controlo da Fiscalização ou dos seus representantes, os quais se apresentarão devidamente habilitados e credenciados para tal.

Após a conclusão da Obra o Empreiteiro é obrigado a remover do local, no prazo fixado nas Cláusulas Jurídicas, os restos dos materiais, entulhos, equipamentos e andaimes e tudo o mais que tenha servido de apoio à execução dos trabalhos e, se não o fizer, a Fiscalização mandará proceder à sua remoção a expensas do Empreiteiro.

4 - TRABALHOS PREPARATÓRIOS
4.1 - Levantamento topográfico da área dos trabalhos

O Empreiteiro procederá em conjunto com a Fiscalização, ou sob o controlo directo desta, à verificação do levantamento topográfico fornecido pelo Dono da Obra da área abrangida pelos trabalhos.

Todas as cotas altimétricas serão referidas à mesma cota altimétrica base indicada no Projecto.

O Empreiteiro fica responsável pelas estacas e marcas colocadas, devendo mandar substituir as que, por qualquer motivo, desapareçam. Será também responsável pelos prejuízos que possam resultar da eventual deslocação das estacas e marcas colocadas.

O Empreiteiro fornecerá todo o equipamento e pessoal habilitado necessário para levar a efeito o trabalho.

Este levantamento, uma vez aprovado, servirá de base a todas as medições dos trabalhos que envolvam movimentação de terras.

5 - PIQUETAGEM E IMPLANTAÇÃO TOPOGRÁFICA

5.1 - Descrição

O Empreiteiro deverá executar, no mínimo, 3 marcos de betão, com marcas de aço inox incorporadas, que servirão de pontos principais de referência. Estes marcos destinam-se a efectuar a implantação da obra. A localização dos marcos, bem como a sua forma e dimensões, serão da responsabilidade do Empreiteiro sob o controlo directo da Fiscalização.

Os marcos deverão ficar concluídos e coordenados de forma a permitirem a implantação atempada das diferentes estruturas.

Para a definição de cotas altimétricas das estruturas o Empreiteiro deverá recorrer a pontos de referência fixos, localizados fora da obra e não susceptíveis de sofrer assentamentos ao longo do tempo.

Antes de iniciar qualquer das fases de um trabalho, o Empreiteiro deverá proceder à implantação do seu traçado e piquetagem, com base em alinhamentos e cotas de referência fornecidos pelo Dono da Obra. O material topográfico necessário a estes trabalhos (Estação Total e outros) será fornecido pelo Empreiteiro.

A piquetagem da directriz do troço de estrada deverá ser efectuada com grande rigor, de 25 em 25 m. O plano de implantação e piquetagem será submetido, pelo Empreiteiro, ao Dono da Obra que o aprovará ou modificará no prazo de 5 dias úteis.

O Empreiteiro terá um prazo de 5 dias úteis para verificação no local e apresentação, se for caso disso, de observações assinalando as deficiências que eventualmente encontre, deficiências essas que serão objecto de uma verificação contraditória com o Dono da Obra.

Na piquetagem dos trabalhos serão utilizadas mestras de alvenaria ou estacas de madeira com 8 a 10 cm de diâmetro na cabeça, cravadas e numeradas, sendo as cotas das suas cabeças ligadas às marcações de referência fixas definidas anteriormente. A piquetagem da directriz deverá ser efectuada mediante a cravação no solo de estacas pintadas com cores apropriadas, tendo em conta a zona da estrada a piquetar (vermelho – eixo/directriz, amarelos – taludes, azul – expropriações). As estacas da directriz deverão conter, sempre que aplicável, a informação da diferença entre a rasante e a cota do terreno, com uma seta indicando se o volume de terras é a escavar (seta virada para cima) ou a aterrar (seta virada para baixo).

O Empreiteiro obriga-se a conservar as estacas e referências de base, bem como a recolocá-las à sua custa em condições idênticas, quer em posição definitiva, quer numa outra, se as necessidades do trabalho o exigirem, depois de o Dono da Obra ter concordado com a modificação da piquetagem.

5.2 - Implantação dos trabalhos

A implantação de toda a obra será feita de harmonia com as indicações do Projecto e a partir dos pontos principais de referência definidos, sendo da inteira responsabilidade do Empreiteiro a demarcação e implantação correcta de todos os trabalhos a executar.

Na escolha dos pontos principais de referência dever-se-á ter em atenção o desenvolvimento da obra e os movimentos de terra necessários, de forma que todas as implantações a executar em obra se possam sempre relacionar aos pontos principais de referência inicialmente tomados.

A tolerância nas implantações e cotas altimétricas é de 5 mm.

A implantação pormenorizada da obra compete ao Empreiteiro que deverá rever todo o sistema de cotas do Projecto, nomeadamente eixos de estruturas e elementos de construção.

Se não comunicar oportunamente, nos termos do Especificações Técnicas, qualquer omissão, erro ou descoordenação, o Empreiteiro assume inteira responsabilidade pelos mesmos, não lhe cabendo qualquer direito a reclamação.

O controlo topográfico de implantação das diferentes partes da obra no decurso dos trabalhos é também da responsabilidade do Empreiteiro, bem como todos os encargos decorrentes.

A Fiscalização poderá em qualquer ocasião solicitar ao Empreiteiro que proceda à verificação das demarcações e implantações efectuadas, sem que daí resulte diminuição das obrigações e responsabilidades do Empreiteiro.

II.2 - LIMPEZA, DESMATAÇÃO, DESENRAIZAMENTO E DECAPAGEM

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução da limpeza, desmatação, desenraizamento e decapagem da zona de implantação das obras.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A medição da limpeza, desmatação, desenraizamento e decapagem será efectuada em m^2, da área planificada da zona de implantação das obras.

3 - DISPOSIÇÕES GERAIS

Estes trabalhos referem-se à remoção de vegetação (incluindo árvores, cuja matéria vegetal será reciclada após o corte) e materiais soltos depositados ou em estabilidade precária, qualquer que seja a sua

implantação, dimensão e natureza, assim como transporte a vazadouro, ou outro local a definir pela Fiscalização e eventuais indemnizações por depósito.

Esta natureza de trabalhos inclui os trabalhos e estruturas auxiliares de acesso e todos os fornecimentos necessários à boa execução dos trabalhos, salientando-se os seguintes aspectos:

- Fornecimento e montagem de todos os sistemas de segurança necessários à realização dos trabalhos;
- Fornecimento e montagem de todos os equipamentos de suspensão, de remoção e condução dos produtos de desmatação e desmonte para locais seguros, com posterior condução a vazadouro;
- A remoção para as zonas de aterro dos produtos aproveitáveis a definir pela Fiscalização, e para depósito de terras ou vazadouro dos produtos sobrantes.

4 - CONDIÇÕES TÉCNICAS

O Empreiteiro iniciará os trabalhos pela colocação de todos os sistemas de segurança necessários à realização dos trabalhos. A verificação da conformidade destes sistemas com os requisitos exigíveis, e sua aprovação, será responsabilidade da Fiscalização.

O Empreiteiro só poderá iniciar os trabalhos após a obtenção da aprovação da Fiscalização.

Os produtos resultantes da limpeza, decapagem, desmatação e desenraizamento, a reutilizar na obra, serão aplicados nos locais definitivos ou colocados em depósito em locais acordados com a Fiscalização. A totalidade, ou parte, destes produtos poderá ser reutilizada em obra, onde aplicável.

Os produtos resultantes da limpeza, decapagem, desmatação e desenraizamento não sejam aplicáveis na obra e em relação aos quais não exista qualquer reserva, quer legal, quer nestas Especificações Técnicas, deverão ser removidos do estaleiro.

O Empreiteiro deverá proteger eficazmente a vegetação, as árvores e os arbustos existentes que se pretendam manter, não sendo permitido o corte ou limpeza de qualquer árvore sem acordo da Fiscalização. Árvores ou plantas arrancadas ou danificadas que se destinem a ser preservadas serão substituídas a expensas do Empreiteiro.

Quando, em virtude das reais condições e características encontradas em obra, for reconhecido que as cotas, as dimensões e as características das zonas de desmatação são diferentes das indicadas no Projecto, o Empreiteiro deverá executá-las de acordo com as indicações da Fiscalização. Se estes trabalhos ultrapassarem as dimensões indicadas no Projecto, ou aquelas resultantes das alterações nele introduzidas, com as tolerâncias admitidas em função da natureza e constituição das condições encontradas, o Empreiteiro será responsável pelos prejuízos daí resultantes para a obra e para as propriedades confinantes e deverá corrigir á sua custa as zonas de desmatação em excesso, usando materiais e processos aprovados pela Fiscalização.

Se, durante a execução dos trabalhos de limpeza, decapagem, desmatação e desenraizamento for necessário desviar sistemas de drenagem superficiais ou subterrâneos, sistemas de esgotos ou

canalizações enterradas (água, gás, electricidade, etc.), maciços de fundação ou obras de qualquer natureza, competirá ao Empreiteiro a adopção de todas as disposições necessárias para manter em funcionamento e proteger os referidos sistemas ou obras, ou ainda removê-los, restabelecendo ou não o seu traçado, conforme o disposto no Projecto ou decidido pela Fiscalização.

A aprovação dos trabalhos de limpeza, decapagem, desmatação e desenraizamento será efectuada por troços, à medida que o Empreiteiro a solicitar. Será seguida de vistoria da Fiscalização para verificação de dimensões e acabamento. Em geral, a vistoria e consequente decisão, terão lugar no prazo de oito dias a contar da solicitação do Empreiteiro. Quando a desmatação e desmonte deva ser imediatamente seguida da execução do revestimento do maciço, a vistoria e consequente decisão terão lugar no prazo de vinte e quatro horas a contar da solicitação do Empreiteiro.

As nascentes de água intersectadas pela obra deverão ser captadas ou desviadas a partir da sua saída, por processos que não provoquem erosão nem possível instabilização do terreno.

Limpeza

A superfície do talude deverá ser previamente limpa de pedra grossa, detritos e vegetação lenhosa (arbustos e árvores, subarbustiva e herbácea), conservando, todavia, a vegetação subarbustiva e herbácea, a remover com a decapagem.

Desmatação e desenraizamento

O Empreiteiro deverá efectuar os trabalhos necessários aos desenraizamentos, desmatações e arranque de árvores, nas zonas de implantação dos trabalhos ou nas zonas indicadas no Projecto.

Contudo, o corte de cada exemplar só poderá ser realizado após a aprovação da Fiscalização e deverá ser lavrado em livro de obra, bem como todos os cortes parciais a indicar pela Fiscalização.

A desmatação deve limitar-se apenas às áreas estritamente necessárias à execução das obras de modo a preservar no máximo possível a vegetação existente.

Os desenraizamentos serão suficientemente profundos de modo a garantirem a completa exterminação das plantas. O Projecto ou a Fiscalização indicarão, se for caso disso, as zonas em que a vegetação deve ser removida, bem como a profundidade a que deve ser feito o desenraizamento.

Salvo indicação em contrário, as árvores resultantes de desmatação são propriedade do Dono da Obra, devendo o Empreiteiro transportá-las para um lugar a definir por aquele.

Decapagem

Em todas as zonas sujeitas a movimento de terras é indispensável fazer a decapagem da camada superficial do terreno para aproveitamento de toda a terra viva que será aplicada no revestimento de plataformas e taludes, conforme definido no Projecto.

Esta operação será feita mecanicamente onde as máquinas possam manobrar, ou manualmente, à enxada, juntando a terra em local de fácil acesso aos meios de transporte.

A fim de evitar modificações de estruturas e de vida do solo, a decapagem e o transporte de terrenos não deverão fazer-se com o terreno demasiadamente húmido.

A terra viva proveniente da decapagem será armazenada em local a indicar pela Fiscalização, em pargas com altura não superior a 1,5 m, que deverão ser protegidas com vedação conveniente para evitar que sejam calcadas pela passagem de máquinas e pessoas.

II.3 - ESCAVAÇÕES
1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução das escavações, quer para os taludes, quer para os muros de suporte.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

As escavações são medidas por metro cúbico, tendo por referência os perfis teóricos definidos no projecto. Nas medições a efectuar não será considerado qualquer empolamento ou sobreescavação.

O preço fornecido pelo Empreiteiro deverá contemplar o empolamento inerente à remobilização do material escavado. Não haverá lugar a pagamento de quantidades superiores às medidas com base nos perfis teóricos, a não ser que a Fiscalização os considere inevitáveis e, consequentemente, decida o seu pagamento segundo os critérios de medição aqui definidos.

Esta natureza de trabalho engloba as escavações em terreno ou formação de qualquer natureza e inclui todos os condicionamentos de execução e as operações inerentes, tais como criação de acessos às frentes de escavação, eventuais entivações e taqueamento, e ainda a demolição de muros existentes nas áreas de trabalho, carga, elevação, transporte a qualquer distância, descarga e arrumação em depósito ou em vazadouro, indemnização por depósito, desobstrução de estradas e caminhos e reparação de estragos provocados no decorrer dos trabalhos.

Inclui também a execução de todos os trabalhos necessários para o recalçamento de muros de suporte existentes, com os condicionamentos construtivos e de faseamento estabelecidos no projecto.

Quaisquer que sejam as dificuldades que sobrevierem na execução das escavações, os preços da adjudicação não serão alterados, entendendo-se que o Empreiteiro se inteirou devidamente dos condicionamentos existentes ao acesso de máquinas às frentes de escavação, da natureza dos terrenos e de outras condições locais como sejam o aparecimento de água a qualquer profundidade (cujo desvio, escoamento ou bombagem serão encargo do Empreiteiro), a necessidade de proceder a entivações e a eventual necessidade de recorrer a equipamentos de escavação especiais.

O preço unitário desta natureza de trabalho inclui também a remoção e arrumação em depósito dos volumes de sobreescavações e desmoronamentos, a não ser que a Fiscalização os considere inevitáveis e, consequentemente, decida o seu pagamento segundo os critérios de medição aqui definidos.

Antes de iniciar qualquer trabalho de escavação, o Empreiteiro submeterá à aprovação da Fiscalização os elementos topográficos que servirão de base à medição dos respectivos volumes.

3 - DISPOSIÇÕES GERAIS

As escavações a efectuar para reperfilamento e regularização do talude serão precedidos de limpeza, desmatação, corte e desenraizamento de árvores e decapagem.

As escavações serão realizadas de acordo com planos de execução previamente aprovados pela Fiscalização, com as indicações gerais do Projecto e segundo as técnicas mais aconselháveis em face da natureza do terreno e dos condicionamentos específicos de cada caso.

Os trabalhos deverão ser conduzidos de forma a facilitar os escoamentos das águas pluviais ou de infiltrações de modo a evitar focos de erosão ou de insalubridade.

O Empreiteiro adoptará medidas eficazes de protecção das escavações no sentido de evitar repercussões nocivas sobre instalações e elementos de obra já executados ou em execução, pertencentes ou não à empreitada, e assumirá inteira responsabilidade por todos os danos que ocasionar.

O Empreiteiro deverá obedecer sempre às prescrições técnicas necessárias à boa execução dos trabalhos e à segurança do pessoal.

As cotas e os perfis de escavação indicados no Projecto estão sujeitos às correcções que a Fiscalização julgar convenientes em face das condições locais, o que poderá implicar sucessivas retomas de trabalho.

Não serão aceites nem atendidas quaisquer reclamações ou pedidos de rectificação de preços unitários e quantidades de trabalho com base nas características do terreno, aparecimento de água a qualquer profundidade (cujo desvio, escoamento ou bombagem serão encargo do Empreiteiro), necessidade de proceder a entivações ou qualquer outra razão decorrente das condições locais do terreno.

Durante o período de execução as superfícies de escavação deverão ser mantidas a seco. O desmonte não poderá ser executado senão após a definição dos dispositivos eficazes de drenagem, captação e evacuação das águas de qualquer natureza.

Para o efeito, o Empreiteiro deverá prever, onde necessário, a execução de caleiras, valetas e poços e ainda dispor de meios de bombagem suficientes, em número e capacidade, para fazer face a todas as eventualidades.

Sempre que a Fiscalização as reconheça como necessárias, serão executadas entivações, escoramentos e drenagens.

O material escavado cuja aplicação não esteja prevista no Projecto ou que não venha a ser indicada pela Fiscalização, será conduzido a vazadouro.

O Empreiteiro poderá prescindir dos materiais escavados cuja aplicação esteja prevista no Projecto e optar por obter os materiais em empréstimos da sua escolha, desde que obtenha aprovação da Fiscalização.

O Empreiteiro deverá, antes do início dos trabalhos, apresentar obrigatoriamente à Fiscalização para aprovação um plano de escavação detalhado, pormenorizando a técnica, os equipamentos, o faseamento executivo, os meios humanos e as medidas de segurança a adoptar para as operações de escavação.

É conveniente que a superfície de escavação seja o mais regular possível, sem sobreescavações, ângulos vivos ou formas convexas, sendo recomendável, no caso da superfície de escavação ser curva, adoptar curvas longitudinais o mais contínuas possível.

Sempre que for aplicável sustimento, este será colocado tão rapidamente quanto possível após a escavação, por troços alternados e por fases sucessivas de maneira a limitar no espaço e no tempo os efeitos da descompressão devidos ao alívio do terreno, para que não haja uma redução sensível das suas características mecânicas iniciais.

II.4 - BETÕES

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na composição, no fabrico, no controlo de qualidade, no transporte e na colocação em obra de betões.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E DE PAGAMENTO

A medição dos volumes de betão é feita pelas secções tipo teóricas, sendo os custos resultantes de sobreconsumos de betão totalmente assumidos pelo Empreiteiro.

A unidade de medição do betão armado é o metro cúbico, sendo a do betão de regularização o metro quadrado (espessura de 0,10m). As medições são determinadas considerando as secções teóricas definidas nas peças desenhadas do Projecto e no seu custo incluem-se todos os aditivos (plastificantes, retardadores de presa, endurecedores, etc.) que se julguem necessários à boa execução da obra.

A medição do betão engloba todas as operações relativas à execução dos trabalhos de betão, nomeadamente fornecimento e transporte de materiais, preparação, carga, transporte, colocação em obra, compactação (vibração), cura e preparação das juntas de betonagem.

O excesso de betão necessário na execução de betonagens contra o terreno será considerado no custo unitário do volume teórico de betão dos diferentes elementos estruturais, calculado de acordo com o definido neste artigo.

3 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS
3.1 - Legislação

Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho, que estabelece o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, ratificado pelo Decreto-Lei nº 357/85, de 2 de Setembro, e pela Declaração de Ratificação nº 29/9/84

Decreto nº 301/07, de 23 de Agosto, que estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos, assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão, de forma a contribuir para garantir a segurança destas estruturas, das pessoas e seus bens

3.2 - Normas portuguesas

NP 87 - Consistência do betão. Ensaio de abaixamento
NP EN 206-1:2007/Emenda 1:2008 - Betão. Parte 1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade
NP 417 - Consistência do betão. Ensaio de espalhamento
NP 1383 - Betões. Preparação de provetes para ensaio de compressão e de flexão
NP 1384 - Betões. Determinação da massa volúmica do betão fresco
NP 1385 - Betões. Determinação da composição do betão fresco
NP 1386 - Betões. Determinação do teor em ar do betão fresco. Processo pneumático
NP 1387 - Betões. Determinação dos tempos de presa
NP 4220 - Pozolanas para betão
NP EN450 - Cinzas volantes para betão
NP 2064 - Cimentos
NP 4326 - Cimentos brancos

3.3 - Especificações do LNEC

E 226 - Betão. Ensaio de compressão
E 227 - Betão. Ensaio de flexão
E 228 - Betão. Determinação de trabalhabilidade vêbê
E 372 - Água e argamassa para betões
E 373 - Inertes para argamassas e betões
E 374 - Adjuvantes para argamassas e betões
E 375 - Escória granulada de alto-forno moída para betões
E 376 - Fíler calcário para betões
E 377 - Sílica de fumo para betões
E 378 - Guia para a utilização de ligantes hidráulicos

4 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS
4.1 - Especificações aplicáveis

Os materiais componentes do betão deverão satisfazer ao estipulado nestas Especificações Técnicas.

4.2 - Estudo da composição do betão
4.2.1 - Generalidades

Se nada em contrário for determinado no Projecto ou pela Fiscalização, a composição dum betão definir-se-á de acordo com os elementos seguintes:

- Dosagem do cimento, em quilogramas por m³ de betão;

- Dosagem de água, em litros por m³ de betão;
- Dosagem de inertes, em quilogramas ou litros por m³ de betão;
- Curva granulométrica de cada inerte e do conjunto por eles formado;
- Percentagens ou quantidades, em quilogramas ou litros, de cada uma das classes de inertes que entram na composição do betão, com indicação da dimensão máxima e mínima de cada classe;
- Dosagem dos aditivos (se utilizados), em cm³ por m³ de betão ou em percentagem referenciada ao peso de cimento.

4.2.2 - Proposta de composição

A composição do betão a utilizar será proposta pelo Empreiteiro em função das características pretendidas e dos componentes que se propõe empregar. Nesta conformidade, deverá o Empreiteiro submeter à apreciação da Fiscalização as composições a fim de serem aprovadas.

A relação a/c (água/cimento), para os casos correntes, não deverá ser superior a 0,45.

Os betões a utilizar em obra são os indicados no projecto, com as características definidas segundo a norma NP EN 206-1:2007.

Em betonagens de grandes massas, deverão utilizar-se cimentos de alto forno 60/80. Para melhorar a sua trabalhabilidade o Empreiteiro poderá propor a adição de super-plastificantes, sujeitos à aprovação da Fiscalização.

4.2.3 - Ensaios prévios

Serão encargo do Empreiteiro todos os ensaios a efectuar para determinação de composição do betão, o qual deverá submeter previamente à aceitação da Fiscalização a entidade que os executará. Estes ensaios são considerados obrigatórios.

Para comprovação da composição do betão estudada, deverão fazer-se amassaduras prévias com os meios definitivos de produção de betão, nas seguintes condições:

- Preparação, na presença da Fiscalização, de três amassaduras em dias diferentes para cada composição de betão, com determinação da sua trabalhabilidade;
- Execução de 6 cubos de cada amassadura, fabricados e conservados de acordo com a NP 1383;
- Ensaio de três cubos aos 3 dias, três cubos aos 7 dias e três cubos aos 28 dias, de acordo com a especificação LNEC E 226;
- Repetição do fabrico e ensaio, depois das afinações necessárias, no caso de a diferença entre os valores extremos da resistência obtida no ensaio de três cubos de cada amassadura exceder 15% do seu valor médio, ou de a diferença dos valores extremos das resistências médias das três amassaduras exceder 20% da média geral dessas resistências.

O valor médio das resistências obtidas nos cubos que satisfaçam estas condições deverá exceder a resistência média prevista para o betão, atendendo à dispersão máxima de resultados permitida na NP EN 206.

Compete ao Empreiteiro a elaboração ou apresentação dos relatórios dos estudos da composição dos betões, os quais deverão ser submetidos à apreciação da Fiscalização antes da data prevista no respectivo plano de trabalhos para o início do fabrico do material.

O Empreiteiro não poderá substituir, no decorrer dos trabalhos, quaisquer dos componentes propostos e utilizados na mistura de ensaio, até que se façam ensaios com novos componentes e o seu resultado seja aprovado pela Fiscalização.

4.3 - Programa de betonagem

Pelo menos duas semanas antes do começo das operações de betonagem em qualquer parte das obras, o Empreiteiro deve apresentar para aprovação da Fiscalização um programa mostrando o processo e o programa de betonagem previsto, o qual poderá ser revisto, com a concordância da Fiscalização, se as exigências de trabalho assim o determinarem.

O Empreiteiro deverá inteirar-se dos condicionamentos das operações de betonagem impostos pelas autoridades camarárias e outras, sendo o único responsável pelo cumprimento do plano de trabalhos aprovado pela Fiscalização. Para além disso o Empreiteiro apresentará um programa detalhado da betonagem a fazer em cada dia.

O programa diário de betonagem deve conter os locais de colocação, dosagem e tempo estimado de colocação e deve ser entregue à Fiscalização no dia anterior ao qual se aplica.

4.4 - Fabrico do betão
4.4.1 - Instalações de betonagem

A amassadura deverá ser sempre mecânica, utilizando uma instalação central de betonagem montada no estaleiro ou de betão pronto. Todo o equipamento deve ser mantido em estado apropriado e deve estar livre de depósitos de betão endurecido.

Qualquer equipamento deficiente ou com betão aderente não será aprovado pela Fiscalização até que seja convenientemente reparado, substituído ou limpo.

A Fiscalização poderá exigir do Empreiteiro que nenhum período de trabalho seja iniciado sem aviso prévio, a fim de poder certificar-se do estado do equipamento.

4.4.2 - Medição dos materiais
4.4.2.1 - Água

A água pode ser medida tanto por volume como por peso.

Quando a água for avaliada por volume, devem ser previstos dispositivos apropriados de medição com os necessários controlos para calibragem e verificação do dispositivo, mas deve ser obtida a prévia aprovação para o seu uso.

4.4.2.2 - Cimento

Pode ser usado cimento em sacos ou a granel.

Quando for usado cimento em sacos, as quantidades dos inertes para cada amassadura devem ser as exactamente suficientes para um número exacto de sacos cheios de cimento e não será permitida nenhuma amassadura que requeira parte dos sacos, a não ser que o cimento seja pesado.

Todo o cimento a granel deverá ser pesado num aparelho aprovado, contendo um depósito e uma tremonha graduada. Esta tremonha deve ser convenientemente selada e ventilada para obstar à entrada de pó durante a operação.

O tubo de descarga não deve estar suspenso da tremonha e deve ser disposto de forma que o cimento não seja retido ou dele se escape.

4.4.2.3 - Inertes

Os inertes devem ser pesados.

A instalação de betonagem deve incluir receptáculos, tremonhas e balanças separadas para os inertes finos e para cada dimensão de inertes grosseiros.

O Empreiteiro deve verificar e calibrar todos os dispositivos de peso/medição pelo menos duas vezes por dia: antes do início das operações da manhã e antes de começar as operações da tarde.

As balanças devem ser inspeccionadas e seladas pelo menos uma vez por mês, ou com maior frequência, se a Fiscalização julgar necessário para assegurar a sua contínua precisão.

A proporção da humidade dos inertes, especialmente da areia, deve ser verificada várias vezes por dia por meio de equipamento que permita uma determinação praticamente instantânea da humidade.

A quantidade de humidade determinada deste modo deve ser considerada para correcção do volume de água na amassadura.

4.4.3 - Execução da amassadura

4.4.3.1 - Em estaleiro

O equipamento e as instalações do estaleiro deverão permitir a prática das seguintes regras:

- A entrada na betoneira dos materiais aglomerantes e aglomerados deverá ser feita simultaneamente, de modo a que o período de permanência de cada um seja aproximadamente o mesmo;

- A quantidade total de água a utilizar será dividida em 3 partes: o primeiro terço entrará na betoneira antes dos materiais; outro terço entrará simultaneamente com os materiais; e o restante a seguir;
- A duração da amassadura dependerá do tipo de máquina utilizada; todavia, para betoneiras de eixo horizontal que rodem a uma velocidade periférica de 1 metro por segundo, será por um período nunca inferior a 90 segundos após todos os materiais, incluindo a água, estarem dentro da betoneira;
- No caso de dúvida quanto às características da maquinaria utilizada, o tempo da amassadura será o necessário para que a massa fique perfeitamente homogénea;
- Só será feita uma nova carga de betoneira quando a amassadura anterior tiver sido completamente descarregada, num recipiente ou local de descarga da betoneira, de material não absorvente;
- A capacidade nominal do equipamento deverá ser rigorosamente respeitada;
- A segregação dos materiais deverá ser sempre evitada, pelo sistema adoptado para recolha da massa à saída do equipamento de amassadura deverá ter em atenção este objectivo.

4.4.3.2 - Betão pronto

Quando o betão é misturado em trânsito com os veículos de transporte, as operações de mistura devem começar até 30 minutos depois do cimento ter sido misturado com os inertes.

Os camiões misturadores devem ser do tipo tambor rotativo.

4.5 - Controlo do fabrico
4.5.1 - Generalidades

Deverá ser feito um controlo estatístico permanente da composição dos betões, obedecendo ao especificado na NP EN 206.

4.5.2 - Divisão em lotes

A divisão do betão em lotes para efeitos do controlo deve ser estabelecido por acordo prévio entre a Fiscalização e o Empreiteiro, podendo cada lote referir-se a partes de construção, a toda a construção, a lotes de peças, a volumes de betão fabricado ou a intervalos de tempo de fabricação.

4.5.3 - Colheita de amostras

A colheita de amostras será realizada ao longo do período de fabrico do betão correspondente ao lote respectivo e, sempre que possível, no próprio local da betonagem; quando as circunstâncias o não permitam, será feita na própria instalação de fabrico.

O betão deverá ser sempre recolhido num recipiente estanque e impermeável, devidamente protegido das condições atmosféricas desfavoráveis, e transportado o mais rapidamente possível ao local de execução dos provetes.

4.5.4 - Moldes para o fabrico de provetes

Os moldes para o fabrico de provetes de betão deverão ser metálicos, indeformáveis, facilmente desmontáveis e de superfícies rectificadas. Compete ao Empreiteiro equipar-se com o número necessário de moldes, ficando, todavia, a sua utilização dependente da aprovação da Fiscalização.

4.5.5 - Local de cura dos provetes

A conservação dos provetes para ensaio deverá ser feita em local em que sejam constantes tanto a temperatura como a humidade.

4.5.6 - Ensaios

O número de amostras para o controle da conformidade da classe resistência deverá ser, no mínimo, o definido no quadro seguinte, que consta na NP EN 206.

Classe de resistência	Número de amostras	
≤ C20/25	1 por 150 m^3 de betão mas não mais de 6 amostras por dia a menos que seja especificado outro valor	1 por dia
> C20/25	1 por 75 m^3 de betão mas não mais de 15 amostras por dia, a menos que seja especificado outro valor	

Os ensaios previstos para a recepção de betões de classe de exposição 4.a, destinados a ficar em contacto com a água do mar ou em elementos enterrados que poderão estar em contacto com águas agressivas que, nomeadamente, contenham sulfatos em quantidades apreciáveis são os especificados na NP EN 206 e serão realizados de acordo com o determinado nas seguintes Especificações do LNEC E251, E 226, E 227 e E 228.

Nos betões em que haja que garantir que as quantidades de halogenetos, de sulfuretos, de sulfatos e de álcalis contidos nos seus componentes não ultrapassam os valores especificados na NP EN 206, serão realizados os ensaios de acordo com a Especificação do LNEC E253 e as Normas Portuguesas NP 2107, NP 413 e NP 1382.

Os betões em que o estudo da composição inclua especificações de consistência, estas serão determinados pelo processo estabelecido numa das Normas Portuguesas NP 87 e NP 414.

4.5.7 - Resultados dos ensaios

4.5.7.1 - Ensaios de provetes. Resistência aos 28 dias

Com base nos resultados dos ensaios, serão calculados o desvio padrão ou o coeficiente de variação da distribuição estatística das tensões de rotura aos 28 dias e o valor característico desta tensão.

No caso de, nos ensaios de resistência, se obter num cubo um valor inferior a 80% da resistência característica do respectivo betão, o Empreiteiro deverá, por meio de ensaios do correspondente betão aplicado, fazer prova, perante a Fiscalização, da conformidade do betão.

Sendo o número de amostras inferior a 10, o betão não será aceite se qualquer dos resultados da determinação da tensão de rotura aos 28 dias for inferior ao valor característico especificado.

4.5.7.2 - Ensaios de betão fresco. Consistência

A relação água-cimento será mantida dentro dos limites acordados, em relação aos valores definidos nas dosagens aprovadas. Para isso, o peso dos inertes será ajustado considerando o peso de água neles contido. A quantidade de água de amassadura será reduzida da quantidade contida nos inertes.

A consistência do betão será mantida, tendo em conta os valores definidos nas dosagens aprovadas, dentro dos limites seguintes:

ENSAIOS	NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	LIMITES
Abaixamento	NP 87	Maior dos dois valores +2 mm ou +1/3 dos valores das dosagens
Espalhamento	NP 414	+0,04
Trabalhabilidade	E 228	+1/5 dos valores das dosagens

4.6 - Utilização dos moldes
4.6.1 - Limpeza e tratamento das superfícies dos moldes

As superfícies dos moldes destinadas a entrar em contacto com o betão, devem, antes do enchimento, ser limpas de detritos incluindo ferrugem e calda de cimento.

Depois da limpeza e antes da utilização, as mesmas superfícies devem ser tratadas com produtos oleosos minerais incolores e isentos de petróleo - sujeitos a aprovação da Fiscalização - que impeçam a aderência do betão aos moldes, facilitem a operação de desmoldagem, não prejudiquem a aplicação posterior de revestimentos, não deixem manchas no betão e garantam as condições exigidas pelos diversos tipos de acabamento pretendidos.

Não é permitida a utilização de óleo queimado porque é agressivo para as peças metálicas e porque dificulta a aderência dos acabamentos.

4.6.2 - Reaplicação dos moldes

Na reaplicação dos moldes deverão observar-se integralmente todas as normas prescritas nos regulamentos, como se tratasse da primeira aplicação.

A forma, a estanquidade, a rigidez e a rugosidade das superfícies interiores dos moldes devem ser mantidas durante o período de utilização. Qualquer taipal empenado deverá ser reconstruído antes de tornar a ser usado.

Os moldes que deixam de satisfazer aos requisitos especificados não devem ser usados e devem ser imediatamente retirados do local dos trabalhos.

4.6.3 - Chanfros

As arestas das superfícies de betão serão chanfradas a 45°, tendo 2 cm de cateto a secção triangular resultante do chanfro, quer esta corresponda a um enchimento, quer a um corte da peça chanfrada.

4.7 - Transporte e transbordo do betão

4.7.1- Equipamento

Todo o sistema a utilizar no transporte ou no transbordo do betão deverá ser previsto com a finalidade de evitar a desagregação, a segregação e a perda de água, para o que deverá ter dimensão apropriada em ordem a assegurar um fluxo contínuo de betão no local do emprego. O Empreiteiro deverá, com a devida antecedência, submeter à aprovação da Fiscalização os meios que utilizará nestas operações.

Deverão observar-se, nomeadamente, as regras que a seguir se indicam:

- O Empreiteiro deverá preparar todo o material a utilizar no transporte ou transbordo do betão, tal como carros apropriados, baldes de abrir pelo fundo, bombas de betão, sistemas pneumáticos ou quaisquer outros, para que não se apresentem ângulos ou arestas que facilitem a desagregação ou a deposição do material;
- Os recipientes de transporte ou de transbordo terão capacidade para conter um número inteiro de amassaduras, para evitar que o fraccionamento facilite a segregação dos componentes do betão;
- O betão poderá ser transportado da instalação central de betonagem em veículos munidos de tambores rotativos aprovados, rodando a uma velocidade não inferior a 6 rpm.;
- Depois de o betão sair da instalação de fabrico, não lhe poderá ser adicionada nenhuma água;
- Qualquer que seja o processo a utilizar, deverá evitar-se qualquer manuseamento que imponha ao betão uma queda livre de altura superior a 1,5 m;
- Será suspenso todo o transporte ou transbordo que provoque assentamento ou alteração na granulometria dos aglomerados mais grossos, provoque exposição ao sol ou à água prejudiciais ou que, de qualquer modo, possa afectar a qualidade do betão.

4.7.2 - Duração do transporte e transbordo

Salvo casos especiais que serão objecto de decisão da Fiscalização, o intervalo de tempo que medirá entre a saída do betão da betoneira e a sua colocação em obra, durante tempo quente, seco ou ventoso, não deverá exceder 1,5 horas.

4.7.3 - Ritmo de entregas

O ritmo de fornecimento de betão durante as operações de betonagem, deve ser tal que proporcione o conveniente manuseamento, e posterior colocação e acabamento do betão; esse ritmo deve ser tal que o intervalo entre amassaduras não exceda 20 minutos.

Os métodos de entrega e manuseamento do betão devem ser tais que venham a facilitar a colocação com o mínimo de perturbações e sem prejuízo para o betão.

4.8 - Colocação em obra do betão
4.8.1 - Equipamento

O Empreiteiro deverá submeter à apreciação da Fiscalização os processos e meios a utilizar para o lançamento do betão dentro dos moldes, os quais deverão corresponder ao rendimento das restantes instalações, ter capacidade adequada à perfeita execução do trabalho e não poderão de forma alguma facilitar a desagregação ou fractura dos materiais.

4.8.2 - Operações prévias

Imediatamente antes do início do lançamento do betão nos moldes, estes deverão ser inspeccionados para a verificação das seguintes características: dimensão, forma, estanquidade, rigidez, rugosidade e limpeza. Não deverá ser lançado betão antes que os moldes hajam sido aprovados pela Fiscalização.

4.8.3 - Enchimento dos moldes

O betão deve ser colocado por camadas horizontais de espessura não superior a 50 cm.

Quando numa operação for colocada menos que uma camada completa, esta deve terminar em parede vertical.

Cada camada deve ser colocada e compactada antes que a precedente massa tenha iniciado a presa, para evitar prejudicar o betão fresco e evitar juntas imperceptíveis entre as camadas.

A compactação deve ser feita tendo em vista evitar a formação de juntas de construção com a camada precedente que não tenha iniciado a presa.

Quando a colocação de betão for temporariamente suspensa, este deverá, depois de se ter tornado suficientemente duro para manter a forma, ser devidamente limpo de “leitada” e de todo o material nocivo, a uma profundidade suficiente para deixar exposto o betão são.

Para evitar juntas visíveis nas superfícies expostas, a face superior do betão adjacente às paredes dos moldes deverá ser alisada e nivelada sempre que a moldagem for interrompida.

Logo a seguir a esta descontinuidade de colocação, dever-se-á retirar toda a argamassa acumulada nas armaduras, assim como nas paredes dos moldes. Se todo o material acumulado não for retirado antes do betão ter iniciado a presa, deve ter-se cuidado em não danificar ou quebrar a ligação betão-aço, ao proceder à limpeza das armaduras.

No enchimento dos moldes em condições desfavoráveis, climatéricas ou não, deverá atender-se às disposições que seguem:

- Sempre que os moldes se encontrem gelados ou cobertos de geada, não se deverá dar início às operações, a não ser que com a aprovação da Fiscalização, sejam aquecidos a fim de os libertar do gelo ou da geada;

- Quando, depois de iniciados os trabalhos, se verificar um acentuado abaixamento da temperatura, inclusive a formação de gelo ou geada, deverão estes ser interrompidos e o betão já colocado, ser devidamente protegido por qualquer processo julgado conveniente, sugerindo-se areia, palha ou serapilheira;
- Se não existir protecção adequada, aprovada pela Fiscalização, não deve ser colocado betão enquanto chover;
- Quando chover no decorrer da betonagem, deverá reduzir-se a quantidade de água empregada no fabrico do betão, até que deixe de chover ou a Fiscalização decida a suspensão das operações em curso, de modo que o betão não se torne demasiado fluido;
- Sempre que chova não será permitida a realização de betonagens a menos que o Empreiteiro efectue uma protecção adequada a aprovar pela Fiscalização;
- A temperatura do betão durante o período de mistura, transporte e/ou colocação não poderá subir acima de 32°C. Qualquer massa de betão que tenha atingido uma temperatura superior a 32°C, em qualquer altura das operações acima mencionadas, não poderá ser colocada, devendo ser rejeitada;
- O Empreiteiro deverá controlar ou reduzir a temperatura do cimento, da água, dos inertes e do equipamento de mistura e de transporte, a uma temperatura que, durante todas as operações de mistura, transporte, manuseamento e colocação nunca ultrapasse os 32°C;
- Quando as precauções acima mencionadas não sejam suficientes para satisfazer as exigências referidas, serão substituídas pela restrição do trabalho a períodos ao fim da tarde e da noite;
- Os moldes poderão ser arrefecidos com água fria ou protegendo-os dos raios directos do sol;
- Quando, por avaria das instalações mecânicas, ou qualquer outra causa fortuita, se seja obrigado a interrupções de betonagem, deverão observar-se, na parte aplicável, as indicações acima expostas;
- Todos os pedidos do Empreiteiro e decisões da Fiscalização sobre as operações e medidas de emergência atrás enumeradas, deverão ficar devidamente registados.

4.8.4 - Compactação

O betão deve ser intensamente compactado durante e após a sua colocação nos moldes. Se nada em contrário for determinado pela Fiscalização, a compactação do betão será efectuada com vibração mecânica à massa, sujeita às seguintes regras:

- Os vibradores devem ser do tipo aprovado pela Fiscalização, devendo ser capazes de transmitir vibrações ao betão, de frequência não inferior a 8 000 impulsos por minuto;
- O comprimento das agulhas deve exceder em 10 cm a máxima espessura da camada a vibrar, de modo a permitir a vibração da camada imediatamente inferior à que acabou de ser depositada;
- A intensidade de vibração deve ser tal que afecte visivelmente a massa de betão, produzindo-lhe um abaixamento de 3 cm num raio pelo menos de 45 cm;
- O Empreiteiro deve dispor de um número suficiente de vibradores para compactar devidamente o betão, após ter sido colocada nos moldes. Deverão estar disponíveis vibradores suplementares para uso de emergência e quando outros vibradores estão a ser assistidos;
- Os vibradores serão manobrados de modo a levar o betão a todos os cantos e ângulos dos moldes;
- A vibração deve ser de duração e intensidade suficientes para compactar completamente o betão, mas não deve ser mantida logo que se formem bolsadas localizadas de argamassa;

- A aplicação dos vibradores deve ser feita em pontos uniformemente espaçados e não distanciados mais do que duas vezes o raio dentro do qual a vibração tiver efeito visível;
- A vibração não deve ser usada para fazer o betão deslizar nos moldes a distâncias tão grandes que causem segregação e os vibradores não devem ser usados para empurrar ou distribuir o betão lateralmente nos moldes;
- Os vibradores devem ser usados em posição vertical;
- Os vibradores retirar-se-ão completamente antes de se avançar para o ponto de aplicação seguinte;
- Os vibradores deverão ter as dimensões adequadas aos espaços existentes nas armaduras quando montadas sem que essas posições sejam afectadas;
- Para assegurar superfícies regulares e densas, livres de bolsas de inertes, a vibração deve ser completada com o espalhamento manual, tanto quanto necessário para garantir essa regularidade e densidade ao longo das paredes dos moldes e nos cantos ou pontos impossíveis de atingir com vibradores mesmo com betão plástico;
- A compactação será feita de modo a que o betão fique sem vazios, tanto quanto possível, constituindo uma massa homogénea dentro dos moldes; só cessará quando deixar de se verificar o aparecimento de bolhas de ar e depois de se verificar um ligeiro refluimento da água da argamassa;
- O Empreiteiro deverá dispor, no local da obra, de documentação do fabricante sobre os vibradores, mostrando que os mesmos estão de acordo com as exigências acima mencionadas.

4.8.5 - Cura

Logo que seja possível, após a colocação, o betão deverá ser humedecido, a fim de evitar o aparecimento de fendas devidas a rápida secagem da superfície.

Nomeadamente, no que se refere às lajes e vigas dos pisos (quando aplicável) deverá colocar-se por cima um revestimento temporário após a presa (serapilheira ou geotêxtil), o qual terá de manter-se permanentemente saturado por um período mínimo de 7 a 15 dias, dependente das condições climatéricas. Em alternativa será aplicada uma membrana de cura a aprovar pela Fiscalização, cuja finalidade é evitar a rápida dissecação do betão. A membrana é aplicada logo que desaparece a água livre da superfície (quando desaparece o brilho característico da água livre e a superfície se torna baça).

Os moldes devem impedir eficazmente a saída da água pelas juntas. No caso dos moldes de madeira, estes devem ser molhados com frequência, para impedir a secagem através deles.

O aparecimento de fissuras nas lajes, devidas à deficiente cura das mesmas, obriga o Empreiteiro à sua reparação, a expensas suas, e de acordo com metodologia a aprovar pela Fiscalização.

4.8.6 - Juntas de construção

4.8.6.1 - Generalidades

As juntas de construção deverão apenas ser feitas nos locais fixados no programa da betonagem aprovado ou sempre que, por necessidade imprevista, a Fiscalização autorize a sua execução.

Serão usadas armaduras de esforços transversos, quando necessário, para transmitir a tensão de corte ou para ligar as duas secções.

4.8.6.2 - Ligação entre betões de idades diferentes

Antes de depositar betão fresco sobre ou contra betão que já tenha feito presa, os moldes devem ser apertados de novo.

A superfície do betão endurecido deverá ser tornada rugosa, tal como for exigido pela Fiscalização, de modo a não deixar partículas soltas de inertes, ou betão danificado à superfície. O mesmo betão deverá ser cuidadosamente limpo de corpos estranhos e saturado com água.

A colocação do betão deve ser efectuada continuamente de junta a junta. As arestas vivas de todas as juntas que fiquem expostas à vista, devem ser cuidadosamente acabadas.

4.8.7 - Acabamento das superfícies moldadas

Imediatamente depois de desmoldadas, as superfícies do betão deverão apresentar-se desempenadas e planas, sem quaisquer pedras ou ninhos de pedras à vista, nem tão pouco poros ou concavidades.

Se os paramentos do betão não apresentarem as qualidades, a posição ou a forma requeridas, a consolidação ou a demolição das partes defeituosas e a sua reposição serão da conta do Empreiteiro, de acordo com as medidas fixadas pela Fiscalização.

No caso de se verificar a existência de chochos ou vazios, as medidas a fixar poderão ir desde o seu simples enchimento dentro do prazo de 24 horas até à aplicação de multa equivalente à desvalorização do trabalho ou até a rejeição de peças moldadas com todas as consequências inerentes.

No caso da reparação ser autorizada pela Fiscalização, estes defeitos devem ser ainda limpos e, depois de terem sido saturados com água por um período não inferior a 3 horas, devem ser completamente preenchidos com argamassa de cimento e areia misturadas nas proporções usados no betão a reparar.

A argamassa usada no reboco não deve ter mais que uma hora.

Nos casos omissos o Empreiteiro observará as normas prescritas pelo *American Concrete Institute* (ACI).

II.5 - ARGAMASSAS E CALDAS DE CIMENTO

1 - OBJECTIVO

Fixação das condições a que deverão obedecer as argamassas hidráulicas e caldas de cimento.

2 - CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

A medição destas naturezas de trabalho encontra-se incluída nas quantidades previstas para a execução das pregagens e de todos os restantes trabalhos em que sejam utilizadas, como é o caso das valetas.

3 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

3.1 - Legislação

Decreto nº 301/07, de 23 de Agosto, que estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos, assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão, de forma a contribuir para garantir a segurança destas estruturas, das pessoas e seus bens

3.2 - Outros

ASTM C270 - Specification for Mortar for Unit Masonry

4 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

4.1 - Especificações aplicáveis

Os materiais que compõem as argamassas hidráulicas de cimento cumprirão as seguintes especificações:

- "Materiais e elementos de construção civil. Água para betões, argamassas e ligantes hidráulicos e operações de compactação e rega"
- "Materiais e elementos de construção civil. Inertes para betões de ligantes hidráulicos e argamassas hidráulicas"
- "Materiais e elementos de construção civil. Cimentos a utilizar como ligante hidráulico no fabrico de betões e argamassas"

4.2 - Características específicas

- Água: à água a aplicar nas argamassas destinadas a reparação de peças de betão imperfeitas deverá ser adicionado uma resina solúvel (proporção de uma parte de aditivo para duas partes de água).
- Inertes: Os inertes a utilizar deverão ter a granulometria seguinte:

PENEIRO ASTM	RETIDOS ACUMULADOS (%)
nº 4	0
nº 8	0 a 10
nº 16	0 a 30
nº 30	20 a 60
nº 50	60 a 90
nº 100	90 a 100

- Cimento: O cimento a utilizar deverá ser Portland normal ou Portland de ferro de finura média. Não deverá conter cloreto de cálcio.
- Composições: Para as argamassas hidráulicas de cimento a aplicar nas obras ter-se-á:

kg DE CIMENTO/m³ DE INERTES	TRAÇO (CIMENTO/INERTE)
600	1:2
400	1:3

II.6 - MOLDES, CIMBRES E ESCORAMENTOS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a que devem obedecer a construção e conservação dos moldes, cimbres e escoramentos para obras de betão.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição dos moldes (cofragens) é o metro quadrado. Os custos dos cimbres (fixos ou móveis), escoramentos, andaimes, cavaletes e quaisquer outros equipamentos e trabalhos necessários à moldagem e desmoldagem do betão consideram-se incluídos no custo do metro quadrado de cofragem.

Incluem-se ainda no custo por m^2 de cofragem a fixação de todas as chapas, aros, cantoneiras de aço, tubos e quaisquer outros elementos, antes da betonagem.

Antes da execução das betonagens o Empreiteiro deverá inteirar-se da necessidade de incorporar tubos, caixas ou outros elementos indicados no Projecto. O Empreiteiro é o único responsável pela não introdução dos elementos referidos e pelos atrasos e custos daí decorrentes.

3 - DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES

Decreto-Lei nº 235/83, de 31 de Maio - Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes

Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho, que estabelece o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, ratificado pelo Decreto-Lei nº 357/85, de 2 de Setembro, e pela Declaração de Ratificação nº 29/9/84

Decreto nº 301/07, de 23 de Agosto, que estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos, assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão, de forma a contribuir para garantir a segurança destas estruturas, das pessoas e seus bens

NP EN 206-1:2007/Emenda 1:2008 - Betão. Parte 1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade

4 - CLÁUSULAS APLICÁVEIS

Os materiais constituintes dos moldes, cimbres e escoramentos deverão obedecer ao estipulado nas presentes Especificações Técnicas.

4.1 - Características Gerais

Os moldes e cimbres devem ser concebidos e construídos de modo a satisfazer as seguintes condições:

- Suportarem com segurança satisfatória as acções a que vão estar sujeitos, em particular as resultantes do impulso do betão fresco durante a sua colocação e compactação;
- Terem rigidez suficiente para não sofrerem deformações excessivas, de modo que a forma da estrutura executada corresponda, dentro das tolerâncias previstas, à estrutura projectada;
- Serem suficientemente estanques para impedir a fuga da pasta ligante; caso sejam constituídos por materiais absorventes de água devem ser abundantemente molhados antes da betonagem;
- Disporem, se necessário, de aberturas que permitam a sua conveniente limpeza e inspecção antes da betonagem e facilitem a colocação e compactação do betão;

- Terem superfícies de moldagem com características adequadas ao aspecto pretendido para a peça desmoldada;
- Permitirem fácil desmoldagem que não provoque danos no betão;
- Permitirem a incorporação de vibradores quando tal for exigido nestas Especificações Técnicas ou pela Fiscalização.

Os moldes serão metálicos ou de madeira. Neste último caso as tábuas serão de pinho ou de outra madeira a aprovar pela Fiscalização, utilizando-se exclusivamente na sua confecção tábuas de largura constante, aplainadas, tiradas de linha e sambladas a meia madeira, para não permitir a fuga da calda de cimento através das juntas e para conferir às superfícies de betão um acabamento perfeitamente regular; as tábuas deverão ter espessura uniforme, com o mínimo de 3 cm, para evitar a utilização de cunhas ou calços e os seus quadros não deverão ficar mais afastados do que 50 cm.

O Empreiteiro obriga-se a estudar a disposição a dar às tábuas dos moldes das superfícies vistas e a propô-la à Fiscalização, a qual se reserva o direito de introduzir as modificações que em seu entender dêem à obra um aspecto estético que mais se coadune com o aspecto estrutural. O estudo referido será executado de acordo com as especificações a indicar oportunamente, tendo-se desde já em atenção que as disposições das tábuas, das juntas, das emendas, dos pregos, etc., deverão ser devidamente fixados, para que as superfícies vistas da moldagem apresentem um aspecto agradável. O Empreiteiro apresentará à Fiscalização os moldes a utilizar, incluindo a verificação da sua estabilidade.

Na moldagem e desmoldagem seguir-se-á em tudo o preceituado nas presentes Especificações Técnicas.

Os moldes para as diferentes partes das obras deverão ser montados com solidez e perfeição, para que fiquem rígidos durante a betonagem e possam ser facilmente desmontados sem pancadas nem vibrações.

Os moldes dos paramentos vistos não devem comportar qualquer dispositivo de fixação não previsto nos desenhos, os quais devem indicar esses pontos regularmente espaçados. Não serão permitidas fixações dos moldes através de varões que fiquem incorporados na massa do betão, devendo utilizar-se, para tal efeito, dispositivos especiais que permitam retirar os tirantes. Esses furos de passagem serão posteriormente tapados com argamassa.

A menos que seja feita referência específica em contrário no Projecto, todas as arestas vivas expostas deverão ser cortadas em chanfro, com 2 cm medidos nos catetos.

5 - APLICAÇÃO DOS MOLDES

As superfícies interiores dos moldes deverão ser pintadas ou protegidas, antes da colocação das armaduras, com produto apropriado previamente aceite pela Fiscalização, para evitar a aderência do betão prejudicial ao seu bom aspecto. Antes de se iniciar a betonagem, todos os moldes deverão ser limpos de detritos e molhados com água durante várias horas, sendo que, de um modo geral, os moldes deverão garantir as tolerâncias seguintes:

Dimensões (cm)	Tolerâncias (cm)
Até 50	± 0,5
Mais de 50	± 1

Se as características da betonagem não ficarem perfeitas poder-se-á admitir, excepcionalmente, a sua correcção, se não houver perigo para a sua resistência (sendo o defeito facilmente suprimido por reboco ou por outro processo que a Fiscalização determinar, mas, em qualquer dos casos, sempre à custa do Empreiteiro e nas condições em que vier a ser exigida).

A reaplicação dos moldes será sempre precedida de parecer da Fiscalização, que poderá exigir ao Empreiteiro as reparações que forem tidas por convenientes.

No fim do emprego, os moldes, serão pertença do Empreiteiro.

6 - CONSERVAÇÃO E ARMAZENAMENTO DOS MOLDES

A conservação dos moldes, após utilização na obra, efectuar-se-á arrumando-os em pilhas, depois da aplicação de óleos de tipo adequado. Os moldes deverão ficar abrigados da chuva, em espaço coberto, e devidamente isolados do solo.

A arrumação e armazenagem dos moldes deverão fazer-se de modo a permitir a sua ventilação, tendo em vista contrariar a humificação prolongada, que produz oxidações, no caso dos moldes metálicos, ou apodrecimento, no caso da madeira.

7 - CIMBRES E CAVALETES

É obrigação do Empreiteiro o fornecimento e montagem de todas as estruturas auxiliares necessárias ao bom andamento e adequada execução das obras, bem como de todas as plataformas e passadiços para pessoal e máquinas, satisfazendo em tudo as normas em vigor, nomeadamente em relação à segurança.

II.7 - ARMADURAS PARA BETÃO ARMADO

1 - OBJECTIVO

Definição das condições de utilização e de execução de varões de aço em armaduras ordinárias e sua montagem em obras de betão armado.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E DE PAGAMENTO

A unidade de medição é o quilograma e no seu custo inclui-se o fornecimento, o transporte, a dobragem, a aplicação e ainda os empalmes, os ganchos, as sobreposições, os cortes e desperdícios assim como todos os acessórios de montagem e de fixação.

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

O aço das armaduras ordinárias deverá obedecer ao estipulado nas presentes Especificações Técnicas, devendo o aço das armaduras para o betão armado ser da classe A500 NR e apresentar-se isento de zincagem, pintura, alcatrão, argila, óleo ou ferrugem solta.

No caso da ferrugem se apresentar com espessura apreciável ou mostrar tendência a formar escamas ou a destacar-se do metal, as armaduras deverão ser limpas com escova metálica.

Não será permitido o emprego de varões que não correspondam às formas do projecto. Contudo, poderá ser autorizada pela Fiscalização a substituição dos varões prescritos no projecto por varões de secção diferente, desde que não haja prejuízo para a resistência das peças e para as condições de moldagem.

Na ausência dos desenhos respectivos, as armaduras serão projectadas pelo Empreiteiro.

Deverá ser preparado pelo Empreiteiro um programa de dobragens e armaduras a montar. Este programa deverá ser enviado à Fiscalização, com duas semanas de antecedência sobre o início do trabalho; depois de aprovado ou alterado será devolvido ao Empreiteiro para execução.

II.8 - FIBRAS DE AÇO

1 - OBJECTIVO

Definição das características a que devem satisfazer as fibras de aço a utilizar no betão projectado.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E DE PAGAMENTO

O pagamento do fornecimento e aplicação de fibras de aço como armaduras de betão projectado considera-se incluído no custo do metro quadrado de betão projectado, respeitando a dosagem aprovada pela Fiscalização e tendo em consideração o volume teórico de betão projectado aplicado.

A dosagem mínima a considerar será de 20 kg/m^3 (para as fibras 65/35 a aplicar no presente caso), devendo, contudo, ponderar-se os resultados obtidos nos ensaios de flexão com placa a efectuar.

3 - MATERIAIS

3.1 - Betão e Fibras de aço

O betão e as fibras de aço a utilizar respeitarão o estabelecido nas presentes Especificações Técnicas.

3.2 - Absorção de energia através de ensaios de placa

Segundo o esboço da Normativa Europeia, podem considerar-se 3 classes para o betão projectado com fibras de aço, em função da capacidade de absorção de energia, de acordo com o quadro seguinte.

A classe E5 corresponde a construções temporárias, com curta duração e um baixo risco de estabilidade estrutural. A classe E7 corresponde a construções temporárias com um risco normal de instabilidade estrutural. A classe E10 corresponde a construções com especiais riscos de estabilidade estrutural.

No presente caso, as fibras a utilizar deverão apresentar um valor mínimo de 900 J, tendo em conta que o betão considerado será da classe C30/37.

Capacidade de absorção de energia	Absorção de energia em Joules para uma deflexão de 25 mm
E5	500
E7	700
E10	1 000

3.3 - Ensaios de controlo

Os ensaios de controlo do betão projectado sem fibras de aço deverão respeitar o estabelecido nas presentes Especificações Técnicas.

Os ensaios de controlo do betão projectado com fibras de aço deverão avaliar a capacidade de absorção de energia. Para o efeito deverão ser realizados ensaios de flexão do tipo “EFNARC Tests”.

Nestes ensaios deverá avaliar-se a qualidade das fibras e controlar a capacidade do suporte executado em obra através da quantificação da ductilidade ou tenacidade do betão projectado, ou seja, o esforço (energia) “absorvido” pelo aço contido no betão projectado, para uma deformação pré–determinada.

Os ensaios de flexão deverão ser realizados sobre placas com 60 cm x 60 cm x 10 cm apoiadas nos 4 bordos, deixando uma abertura de 50 cm em cada lado.

Para a realização dos ensaios aplica-se uma carga no centro da placa, devendo a superfície de contacto ter uma área de 10 cm x 10 cm. A superfície de contacto deve ser a mais plana das duas faces da placa, pelo que deverá coincidir com a que ficou em contacto com o molde.

O ensaio deverá ser executado com controlo dos deslocamentos, devendo atingir-se uma deformação máxima de 30 mm.

Por cada ensaio deverá ser traçado um diagrama de carga/deformação a partir do qual deverá ser traçado um outro diagrama de energia/deformação. Este deverá representar a energia absorvida até ser atingida uma deformação de 25 mm aos 28 dias.

A capacidade de absorção de energia (Ec) deve ser expressa com base nos resultados de capacidade obtidos no mínimo de 3 placas, cuja tolerância na espessura das mesmas é de +/- 10%, visto que o resultado final varia em função do quadrado dessa espessura. Assim, as placas com espessuras que não cumpram estes requisitos não deverão ser consideradas.

Os ensaios deverão ser realizados aos 28 dias.

Os ensaios deverão ser complementados com a determinação da quantidade de fibras contidas em cada placa e com a verificação das características físicas das fibras (comprimento, diâmetro, forma, etc.).

Deverá ser preconizado o ensaio de flexão de 3 placas no início da obra, cujos resultados não poderão ser inferiores aos valores mínimos estipulados no quadro apresentado. Para além destes ensaios, deverão ser realizados novamente ensaios de flexão de conjuntos de 3 placas por cada 1000 m^2 de betão projectado aplicado.

II.9 - BETÃO PROJECTADO ASSOCIADO A FIBRAS DE AÇO

1 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

O preço aplica-se ao metro quadrado de betão projectado incorporando fibras de aço, aplicado em camadas.

A área de betão projectado a pagar é a resultante das áreas efectivamente revestidas de acordo com os perfis teóricos de Projecto ou as indicações da Fiscalização.

Este preço inclui o custo integral do fornecimento de todos os materiais, a limpeza e purga das superfícies a revestir antes da projecção do betão, a colocação do betão, o fornecimento e aplicação de fibras de aço conforme especificado e a drenagem e encaminhamento das águas de percolação.

O preço desta natureza de trabalho inclui ainda todos os sobreconsumos provocados pelo preenchimento de sobreescavações e sobreespessuras de qualquer natureza, perdas ocorridas na fase de projecção e remates do revestimento a estruturas existentes ou a construir e ainda todos os meios de elevação necessários para acesso de máquinas, materiais e pessoal às frentes de trabalho tais como andaimes.

O custo do aditivo colorante a incorporar na última aplicação de betão projectado, quando definido no projecto, está incluído no preço desta natureza de trabalho.

O controlo da espessura do betão projectado realmente colocado é feito através de carotagem ou de testemunhos previamente colocados com espaçamento a indicar pela Fiscalização.

O custo do betão projectado nos painéis de ensaio de aplicação do betão, quer para demonstração de eficiência do operador do equipamento de projectar, quer destinados à recolha de amostras para ensaios de resistência, está incluído no preço do betão projectado.

Todas as despesas com o corte e extracção de amostras, quer dos painéis destinados a esse efeito, quer do betão projectado “in situ”, bem como com a realização dos ensaios de controlo de qualidade, serão da conta do Empreiteiro e consideram-se incluídas no preço do betão projectado.

2 - DISPOSIÇÕES GERAIS

Antes do início dos trabalhos o Empreiteiro deverá demonstrar que o equipamento que propõe utilizar é fiável e capaz de misturar, transportar, aplicar o betão projectado com fibras assim como que possui forma de proceder ao seu controlo de qualidade.

O betão projectado será aplicado por via húmida, o que implica que os componentes do betão, incluindo a água, são misturados e amassados antes de serem introduzidos na máquina de projecção, podendo o acelerador de presa ser adicionado junto à máquina de projecção.

Caso o Empreiteiro pretenda proceder à aplicação de betão projectado por via seca deverá elaborar as Especificações Técnicas relativas ao modo de execução dos trabalhos, incluindo, nomeadamente, a composição e fabrico, a aplicação e acompanhamento e os ensaios de controlo, e submetê-las à apreciação da Fiscalização.

3 - COMPOSIÇÃO E FABRICO

O betão projectado é constituído por cimento, areia, gravilha, água um aditivo acelerador, fibras de aço e, quando especificado no projecto, aditivo colorante.

O betão projectado será estudado pelo Empreiteiro na fase inicial da obra, que definirá a sua composição após estudos experimentais que permitirão atingir a trabalhabilidade adequada ao equipamento de projecção do betão e uma resistência à compressão com o valor a seguir definido.

Na definição da composição do betão deverão seguir-se as normas prescritas no Decreto-Lei nº 159/02, sendo que o betão projectado deverá ter a dosagem de cimento mínima de 400 kg/m^3 e inertes de dimensão não superior a 10 mm.

Qualquer composição só será aprovada após a realização de ensaios de projecção sobre pelo menos 3 painéis com no mínimo 80 x 80 x 10 cm^3 segundo a técnica e aplicando os equipamentos que o Empreiteiro se propõe a utilizar em obra, em local a indicar pela Fiscalização.

No entanto, a primeira camada de betão projectado a aplicar sobre o terreno deve ser mais rica em cimento e, sempre que se justifique, constituída por inertes cuja dimensão máxima não exceda 5 mm.

Os inertes, o cimento, a água, os aditivos e as fibras de aço serão pesadas na mesma instalação que deverá ser calibrada antes do início dos trabalhos e de cada vez que a Fiscalização o considere necessário, a expensas do Empreiteiro. O erro máximo não excederá 1% para a água, cimento e aditivos e 3% para os inertes e para as fibras de aço.

Os equipamentos de pesagem, mistura e projecção devem ser mantidos operacionais de forma a poderem trabalhar em qualquer altura, devendo haver ligações telefónicas ou via rádio entre as betoneiras e o local de projecção do betão.

Os materiais devem ser cuidadosamente misturados num mínimo de 1,5 minutos ou então de acordo com as instruções do fabricante.

Dever-se-á dar atenção especial ao teor em humidade dos inertes, que não deverá exceder 3 a 6%.

A mistura dos materiais secos deve ser realizada imediatamente antes de ser utilizada. O período de tempo entre a obtenção da mistura e a sua utilização (colocação no alimentador) deve ser pré-determinado, devendo posteriormente este período ser cumprido.

Deverá ser utilizada uma relação água/cimento entre 0,30 e 0,45 devendo ser realizado para o efeito um controle de utilização de água o mais preciso possível, de modo a que aquela relação seja mantida.

Deverá ser empregue material rolado com a forma esférica ou cúbica, isto é, com coeficientes de forma aproximadamente iguais a 1 ou a 0,37, respectivamente. Será rejeitado todo o material britado com coeficiente de forma inferior a 0,25.

Os inertes a utilizar deverão ter granulometria contínua, devendo o Empreiteiro propor o fuso granulométrico a adoptar em função do equipamento que pretende utilizar e de forma a atingir as resistências especificadas.

Poderão ser utilizadas areias com características diferentes desde que a Fiscalização considere satisfatórios os resultados obtidos com os ensaios realizados.

No estudo dos inertes a empregar considerar-se-á que inertes mais finos poderão ocasionar o aumento da fendilhação por retracção. Pelo contrário, a utilização de inertes mais grossos é também inconveniente devido ao aumento da percentagem de material perdido. No entanto, a percentagem de finos (material passado no peneiro nº 200) incluindo o cimento, será sempre superior a 17%.

A água deverá ser limpa e obedecer às presentes Especificações Técnicas.

Poderão ser usados aceleradores ou retardadores de presa, introdutores de ar, bem como produtos destinados a reduzir a percentagem de perdas como asbesto, fibras ou argilas. A introdução de aditivos ficará sempre dependente dos resultados de ensaios.

Os aditivos, a utilizar eventualmente, deverão ser compatíveis com o cimento e isentos de cloretos e de produtos corrosivos para fibras de aço.

A capacidade do compressor de ar comprimido deverá ser estudada em função dos trabalhos a executar.

4 - APLICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

A aplicação do betão projectado com fibras de aço tem de ser acompanhada continuamente por um técnico qualificado com experiência em trabalhos da mesma natureza.

Antes da aplicação gradual do betão projectado as superfícies a proteger deverão ser limpas de material solto, poeira, sujidade, lamas e outros materiais estranhos.

Em determinadas situações, como por exemplo superfícies com grande afluência de água ou com teor de humidade muito elevado, poderá ser necessário aumentar a quantidade de acelerador de modo a que o betão projectado adira mais facilmente.

Em zonas com afluência de água com grandes caudais deverá proceder-se previamente à drenagem e encaminhamento da água para fora da face do talude.

Nos casos em que as superfícies a revestir fiquem expostas à acção dos raios solares e do vento deverá ter-se especial cuidado em regar e manter húmida a superfície a tratar, com o intuito de evitar a formação de fissuras por retracção.

A aplicação será feita por via húmida, isto é, mistura prévia de água e restantes componentes antes da projecção.

O betão deverá ser projectado a alta velocidade e com a ponta do canhão a uma distância de 1 a 2 m das superfícies a projectar. De facto, com distâncias muito pequenas é impossível formar a camada de betão sobre a superfície; com distâncias grandes o jacto perde a sua força, reduzindo a aderência e compactação das partículas projectadas.

Com a finalidade de reduzir a perda de inertes o ângulo de impacto do jacto deve ser sempre normal às superfícies a tratar.

A pressão de projecção deverá manter-se estável e de acordo com as instruções do fabricante do equipamento de projecção.

A projecção do betão será feita em camadas sucessivas até se atingirem as espessuras consideradas necessárias ou definidas no Projecto, devendo ser efectuada de modo gradual devendo a espessura máxima a aplicar de uma só vez ser de 5 cm. A segunda camada só será aplicada após a primeira ter feito presa.

A máquina de projectar deve ser mantida em perfeito estado de utilização de acordo com as instruções do fabricante, sendo que a bomba deve ser cuidadosamente verificada antes de cada utilização. A utilização de manómetros de ar e água e medidor de caudais de água é aconselhável de modo a melhorar a eficiência do sistema.

As recomendações para a cura do betão projectado são idênticas às do betão cofrado.

Na última aplicação de betão projectado, com cerca de 2 cm correspondentes ao acabamento, será incorporado um aditivo colorante da cor e da tonalidade do maciço envolvente. A cor do revestimento deverá ser afinada com a Fiscalização logo no início da obra através da execução de painéis experimentais.

5 - ENSAIOS DE CONTROLO

O betão projectado reforçado com fibras de aço é um material dúctil (tem capacidade de deformar-se sem estalar após a fissuração). Neste betão existe uma rede de fibras que se opõem ao alargamento das fissuras e, além disso, estas encontram-se distribuídas em toda a espessura do revestimento.

A resistência do betão projectado mede-se mediante um ensaio à compressão e a ductilidade adicionada pelas fibras mede-se mediante o ensaio de flexão ou punçoamento-flexão.

A qualidade do betão projectado deve ser permanentemente verificada através de ensaios de amostras (tarolos com os topos rectificados) obtidas por carotagem a partir de painéis experimentais ou das superfícies tratadas.

Os painéis experimentais deverão permitir a extracção de tarolos com uma espessura total não inferior a 15 cm e serão colocados de forma a reproduzir o trabalho a realizar em obra. Para tal, projecta-se betão para dentro duma caixa de madeira com fundo plano colocada na frente de trabalho.

A superfície projectada deve ser superior a 0,25 m² e ter uma largura mínima de 0,40 m. A caixa deve ser colocada com uma ligeira inclinação em relação à vertical (inferior a 20°).

O diâmetro dos tarolos deve ser pelo menos quatro vezes a dimensão máxima do inerte e a sua altura duas vezes o diâmetro, ou seja, cerca de 6 cm de diâmetro e 12 cm de altura.

Deverá ser preparado regularmente um conjunto de seis provetes por cada 50 m³ de betão projectado.

Os ensaios de caracterização e de acompanhamento da execução de betão projectado com fibras deverão compreender os seguintes tipos de ensaios:

- Ensaios de compressão - A resistência à compressão da betão projectado reforçada com fibras, é definida por um ensaio de compressão simples de um cilindro e é sensivelmente a mesma que dum betão não armado.
  Os provetes cilíndricos deverão estar perfeitamente identificados, requerendo-se, no mínimo, as resistências à compressão especificadas no projecto para o betão projectado.
- Ensaio de flexão (viga) - O ensaio de flexão realizado com o registo de curva Carga-Deformação permite apreciar o comportamento do betão projectado armada com fibras.
  Deverá executar-se conforme as Normas ASTM C 78-84, ISO 4013 ou UNE 83-606-91.
- Ensaio de punçoamento-flexão - O ensaio de punçoamento-flexão realizado sobre uma placa betão projectado, com o registo da curva Carga-Deformação, permite apreciar a acção multidireccional da rede de fibras.
  Nestes ensaios mede-se a absorção de energia num ensaio sobre uma laje de 60x60x10 cm, suportada nos 4 bordos, deixando um vão livre de 50 cm. A carga aplica-se no centro da laje com uma superfície de contacto de 10 cm x 10 cm (EFNARC).
  No diagrama, registando a carga e a deformação no centro da laje, é calculada a energia absorvida até uma deformação de 25 mm, aos 28 dias. Esta energia será conforme o especificado nas presentes Especificações Técnicas.

A Fiscalização pode mandar executar tarolos de betão projectado endurecido, colocado “in situ”, a expensas do Empreiteiro, cada vez que considerar necessário, nomeadamente em zonas onde se verifique uma

excepcional perda de inertes durante a projecção ou nos casos em que se obtiverem valores de resistência anormalmente baixos nos provetes ensaiados extraídos dos painéis experimentais.

A confirmarem-se nos ensaios a executar nas carotes os maus resultados inicialmente detectados, a Fiscalização poderá exigir as reparações julgadas necessárias, que poderão incluir a demolição total e respectiva reconstrução. Todos os encargos resultantes do que se acaba de expor serão da responsabilidade do Empreiteiro.

II.10 - PREGAGENS SELADAS COM CALDA DE CIMENTO

1 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

O pagamento para fornecimento e instalação das pregagens seladas com calda de cimento é feito por metro linear de pregagem executada, medido entre a placa de apoio e a extremidade selada. Para as pregagens que terminam em gancho (sem placa de apoio), o comprimento deste gancho é tido em conta.

O preço inclui o custo da furação com diâmetros ϕ3'' e ϕ4'' (conforme definido no projecto), fornecimento e instalação do conjunto completo da pregagem com todos os acessórios, o seu eventual entubamento, o fornecimento e aplicação de calda de cimento para a selagem (através de injecções multi-ponto) incorporando aditivo colorante de cor idêntica à das formações envolventes (a acordar em obra), a placa de apoio, as armaduras de reforço, os espaçadores, o controlo de aperto das pregagens, os ensaios de arranque e a execução de todos os trabalhos complementares necessários para completar a instalação da pregagem e todas as sujeições de colocação.

Considera-se ainda incluído no preço o fornecimento, a instalação e a operação de qualquer meio de elevação necessário à execução de pregagens em altura.

2 - CARACTERÍSTICAS

As pregagens são passivas e deverão ser constituídas por varões nervurados de aço A500, com os diâmetros definidos no projecto, sendo selados em todo o comprimento com calda de cimento em furos previamente abertos no maciço.

As pregagens deverão ser galvanizadas a quente, quando tal seja definido no projecto.

Uma das extremidades do varão será munida de rosca e a pregagem inclui ainda uma cabeça que compreende uma placa metálica, rótula e porca de aperto e a respectiva protecção.

3 - APLICAÇÃO

As pregagens serão instaladas conforme o Projecto ou as indicações da Fiscalização, com as necessárias adaptações às condições particulares de cada local.

Antes da introdução do varão o furo deverá ser cuidadosamente limpo a ar comprimido com uma agulheta que possa penetrar até ao fundo do furo.

As placas metálicas deverão ser em aço S235JR e deverão ser quadradas, com 15 cm de lado e espessura mínima de 10 mm, e ser munidas de rótula para garantir boas condições na superfície a suster.
O aperto da placa contra a superfície será realizado pela porca e será feito 24 horas após a selagem.

4 - COMPOSIÇÃO DAS CALDAS DE SELAGEM

A selagem das pregagens será efectuada com uma argamassa de cimento com a seguinte composição:

- 50 kg de cimento;
- 50 kg de areia fina (0,12 mm);
- Água/cimento: 0,3 a 0,5.

A qualidade da calda de cimento deve ser verificada sistematicamente através da determinação da sua densidade e viscosidade.

Regularmente, por cada 30 pregagens efectuadas, devem preparar-se 3 amostras de calda para ensaios de resistência à compressão simples a realizar ao fim de 24 horas, 7 dias e 28 dias.

A resistência ao fim de 24 horas deve ser superior a 5 MPa e ao fim de 7 dias, superior a 20 MPa.

5 - ENSAIOS PRÉVIOS

Os ensaios prévios têm por objectivo a verificação do valor da força de arranque das pregagens por unidade de comprimento, fl. Estes ensaios devem ser executados logo no início da obra.

Devem ser realizados quatro ensaios prévios, sendo dois localizados na metade superior do talude e outros dois localizados na metade inferior do mesmo.

A forma de execução das pregagens dos ensaios prévios (técnica executiva, inclinação, materiais, etc.) deve ser em tudo idêntica àquela que se prevê utilizar na execução da obra.

O objectivo é conseguir a rotura da pregagem por falta de aderência e não pela própria rotura da armadura, pelo que o comprimento de selagem destas pregagens, a afinar na fase de ensaio, não deverá, em princípio, ser superior a 3 m. Deve-se considerar, ainda, para além do comprimento de selagem, um comprimento livre mínimo de 1 m relativo à zona superior de alteração do maciço que não é considerado para efeitos de resistência da pregagem e de modo a evitar os efeitos de bordo junto à face do maciço.

Os ensaios devem ser conduzidos a uma velocidade de 1 mm de deslocamento por minuto. A leitura das forças deve ser feita para acréscimos de deslocamento de 1/10 mm (ou de 6 em 6 s) até se atingir um deslocamento de 5 mm e depois para acréscimos de 1/2 mm (ou de 30 em 30 s) até ao final do ensaio.

Considera-se como concluído o ensaio quando a variação do esforço de tracção seja inferior a 1% para um deslocamento de 1 mm. O valor da força de arranque (fa) é dado pelo valor máximo do esforço obtido no ensaio. Dividindo o valor de fa pelo comprimento da pregagem obtém-se o valor da força de arranque por

unidade de comprimento (fl). Em face do carácter destrutivo dos ensaios prévios as pregagens ensaiadas não podem ser reutilizadas para o revestimento definitivo.

A execução de pregagens tem de ser correctamente aplicada em obra devendo a sua execução ser acompanhada continuamente por um técnico qualificado com experiência comprovada em trabalhos da mesma natureza de forma a evitar a possível ocorrência de incidentes.

6 - ENSAIOS DE CONTROLO

Os ensaios de controlo são executados à medida do avanço da obra. Deverão executar-se, no mínimo, dois ensaios de controlo por formação, sendo conveniente repartir duma forma uniforme o número total de ensaios a realizar em toda a área sujeita a estes tipos de tratamento.

Os ensaios de controlo devem ser conduzidos até uma força pelo menos igual a 1,1 T_L, em que T_L é a força de tracção de serviço. A forma de execução dos ensaios no que respeita à velocidade e às leituras das forças e dos deslocamentos segue o disposto para os ensaios prévios.

7 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

As características geométricas das pregagens (diâmetro, comprimento e afastamento) são as definidas no projecto. Poderão ser ajustadas em fase de obra em função das características do maciço pelo que as obras serão acompanhadas por um Técnico Superior que avalie as condições geológico-geotécnicas ocorrentes.

II.11 - GEOTÊXTIL

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na aplicação e colocação de geotêxteis.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os critérios de medição do geotêxtil são os seguintes:

- Em geral, o geotêxtil é medido por metro quadrado das superfícies teóricas medidas com base nos perfis do projecto. Esta natureza de trabalho inclui a regularização e a compactação da base sobre a qual é colocado directamente o geotêxtil (quando aplicável, no caso de aplicações sobre o terreno), bem como as necessárias fixações, sobreposições, ligações e dobras;
- No caso dos bueiros e dos drenos sub-horizontais, o preço do geotêxtil utilizado encontra-se incluído nas naturezas de trabalho às quais está directamente associado.

3 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

Exceptuando o caso da aplicação em bueiros e drenos sub-horizontais, o geotêxtil deverá ser colocado de forma a garantir um contacto contínuo com o terreno. A superfície deste será previamente preparada procedendo-se à regularização e compactação da camada superficial de forma a evitar depressões.

Aquando da sua aplicação, o geotêxtil deverá apresentar-se em bom estado de conservação, limpo, seco e sem rasgos. Será aplicado em rolos, abertos e estendidos com uma sobreposição mínima de 0,5 m.

Os rolos serão abertos livremente sem esticar demasiado, mas de forma a evitar rugas ou dobras.

Quando aplicado em drenos de brita, a colocação e compactação da primeira camada de brita sobre o geotêxtil far-se-á sempre de forma cuidadosa para evitar o punçoamento ou o corte do geotêxtil.

A forma de colocação dos geotêxteis e os pormenores executivos a adoptar nas sobreposições e ligações devem ser submetidos pelo Empreiteiro à aprovação da Fiscalização.

II.12 - DRENOS GEOCOMPÓSITOS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na aplicação e colocação dos drenos geocompósitos.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

O dreno geocompósito é avaliado por m^2 das superfícies teóricas definidas nas peças escritas e desenhadas do Projecto. Esta natureza de trabalho inclui as necessárias fixações ao terreno, sobreposições, dobras, ligações e reforços nas zonas dos bueiros.

3 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

O dreno geocompósito deverá ser colocado de forma a garantir um contacto contínuo do geotêxtil com o terreno. Aquando da aplicação, o dreno geocompósito deverá apresentar-se em bom estado de conservação, limpo, seco e sem rasgos. Será aplicado em rolos, abertos e estendidos, com uma sobreposição do geotêxtil mínima de 0,2 m.

A forma de colocação do dreno geocompósito e os pormenores executivos a adoptar nas sobreposições e ligações devem ser submetidos pelo Empreiteiro à aprovação da Fiscalização.

II.13 - DRENOS SUB-HORIZONTAIS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução de drenos sub-horizontais.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição é a unidade (os drenos sub-horizontais terão os comprimentos indicados nas peças desenhadas) e inclui a furação, o fornecimento e colocação do dreno em tubo de PVC canelado e perfurado, envolvido em geotêxtil, e revestidos na zona exterior com tubos de PVC, e eventuais meios de elevação e acesso de máquinas, materiais e pessoal às frentes de trabalho para execução dos drenos sub-horizontais, tais como andaimes. As dimensões serão as definidas no projecto.

3 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

Os drenos sub-horizontais em tubo de PVC canelado e perfurado, envolvido em geotêxtil, deverão ser instalados de acordo com o definido no Projecto.

II.14 - BUEIROS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução e colocação de bueiros.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os bueiros a instalar em taludes revestidos com betão projectado são medidos à unidade, sendo que esta natureza de trabalhos inclui a furação e o fornecimento e colocação dos tubos de PVC exterior e interior (com as dimensões definidas no projecto), sendo o tubo interior canelado, perfurado e envolvido em geotêxtil.

Os bueiros a instalar no revestimento de muros de pedra existentes, com betão projectado, são medidos à unidade, sendo que esta natureza de trabalhos inclui a furação e o fornecimento e colocação dos tubos de PVC exterior e interior (com as dimensões definidas no projecto), sendo o tubo interior canelado, perfurado e envolvido em geotêxtil.

Os bueiros a instalar nos muros de suporte são medidos por metro linear, sendo que esta natureza de trabalhos inclui o fornecimento e colocação do tubo de PVC rígido (com as dimensões definidas no projecto). O topo de montante do tubo de PVC ficará nestes casos em contacto directo com o geotêxtil de envolvimento do dreno de brita existente no tardoz dos muros.

3 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

Os bueiros deverão ser colocados de acordo com as peças desenhadas do Projecto. Poderão, eventualmente, ser colocados adicionalmente em locais a indicar pela Fiscalização de acordo com as afluências de água à face do talude.

II.15 - VALETAS EM BETÃO

1 - OBJECTIVO

Definição das características das valetas em betão, quer as pré-fabricadas tipo meias manilhas de betão, quer as valetas em betão simples com secção triangular.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

O pagamento para a execução das valetas será feito por metro linear de estrutura pronta. Este preço inclui o custo integral do fornecimento de todos os materiais e de todos os trabalhos de preparação da superfície sobre a qual assentam, escavação e transporte de materiais sobrantes a vazadouro, a eventual execução e ligação a caixas e todos os trabalhos e materiais necessários e complementares.

3 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

As valetas serão dos tipos estabelecidos nas peças desenhadas (ou outros, a definir, desde que submetidos previamente à aprovação pela Fiscalização), com as dimensões definidas no projecto.

II.16 - ATERROS NO TARDOZ E SOBRE SAPATAS DE MUROS DE SUPORTE

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução de aterros.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os aterros são medidos por metro cúbico, não considerando empolamento, e segundo os perfis teóricos e indicações do projecto.

Para efeitos de pagamento não serão tidos em consideração os volumes em excesso do perfil, a menos que estes tenham resultado de condicionamentos de ordem técnica, desde que devidamente comprovados e aprovados ou determinados previamente pela Fiscalização.

Os volumes de aterro no caso dos muros de suporte são medidos segundo a projecção vertical do limite geométrico das sapatas, excepto nos casos em que o projecto estabeleça explicitamente inclinações diferentes da vertical.

Esta natureza de trabalhos inclui todos os trabalhos acessórios e complementares necessários, nomeadamente todos os encargos com o escoamento de caudais afluentes à fundação, a preparação da superfície de fundação, cargas, transportes a qualquer distância, colocação, rega, compactação e regularização final das superfícies e, também, com ensaios e remoção e condução a vazadouro dos materiais que a Fiscalização rejeitar.

3 - DISPOSIÇÕES GERAIS

Nos casos em que a execução de aterros não seja precedida de escavações, a preparação da superfície de escavação inclui todos os trabalhos de limpeza, desmatação, desenraizamento e decapagem.

Não é permitido o início da construção dos aterros sem que previamente a Fiscalização tenha inspeccionado e aprovado a área respectiva.

Os aterros serão executados por camadas de acordo com o programa de trabalhos, com a espessura e o grau de humidade adequados aos meios de compactação.

Os solos a utilizar nos aterros no tardoz de muros de suporte deverão ter as características indicadas no projecto de execução. Estes materiais de aterro deverão ser compactados de forma a garantir um teor em água entre o $\omega_{ópt}$ e o $\omega_{ópt}$-2 e deverão ter um ângulo de atrito mínimo de 35º.

A espessura máxima das camadas deverá, em princípio, ser da ordem de 0,30 m e o grau de compactação a atingir deverá ser no mínimo de 96%.

Após as operações de decapagem e saneamento a superfície de fundação deverá ser cuidadosamente regularizada até se obter uma boa superfície para colocação e compactação do aterro, tão limpa e suave quanto possível.

Se houver que construir aterros com menos de 30 cm de espessura sobre o terreno natural a superfície sobre a qual irá assentar o novo aterro deve ser escarificada, regularizada e compactada novamente.

No caso do aterro a executar sobre sistemas de drenagem subsuperficial, a colocação e compactação da primeira camada de aterro sobre o geotêxtil far-se-á sempre de forma cuidadosa para evitar o punçoamento ou corte do geotêxtil.

Os aterros têm sempre de ser construídos de forma a poderem dar perfeito escoamento às águas.

A qualidade dos materiais e do trabalho de colocação e compactação dos solos em aterro deve ser verificada de modo contínuo durante o trabalho.

II.17 - PAVIMENTAÇÃO - MÉTODOS CONSTRUTIVOS
1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução da pavimentação do troço de estrada, na zona onde vai haver intervenção no talude.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição considerada é o metro quadrado de estrada a pavimentar. Considera-se incluído nesta natureza de trabalhos o fornecimento, o transporte e a aplicação de todos os materiais necessários à sua constituição.

3 - DISPOSIÇÕES GERAIS
3.1 - Camadas em Solos ou Em Materiais Granulares com Características de Sub-Base

Este subcapítulo abrange as camadas com características de sub-base, executadas com materiais naturais (solos e materiais granulares aluvionares) e com materiais granulares britados, estabilizados mecanicamente, cujas características estão definidas nestas Cláusulas Técnicas Especiais.

3.1.1 - Estudo Laboratorial

Da realização prévia de um estudo laboratorial resultará a definição:

- Das características do solo ou material granular
- Da curva granulométrica de referência

- Do teor em água óptimo
- Da baridade seca de referência (no caso de solos)
- Do índice de vazios de referência (no caso de materiais granulares)

O estudo laboratorial deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação pelo menos 60 dias antes do início da aplicação em obra

A metodologia a seguir descrita aplica-se aos materiais granulares, naturais ou não, cuja granulometria apresenta uma percentagem de material retido no peneiro ASTM 19 mm (3/4") inferior a 30%.

Para a aplicação desta metodologia torna-se necessário corrigir, de acordo com a norma AASHTO T 224, os valores da baridade seca máxima e o teor óptimo em água, determinado de acordo com a especificação LNEC E 197, de modo a ter em atenção as diferentes proporções de material retido no peneiro ASTM de 3/4" (19 mm) nos agregados a ensaiar.

Seguindo o processo de compactação pesada em molde grande e sem qualquer substituição de material retido no peneiro de 3/4" (19 mm), determina-se a baridade seca máxima $\mathbf{B_{sm}}$ da fração do agregado passada no peneiro ASTM de 3/4" (19 mm) e o correspondente teor em água ótimo $\mathbf{W_O}$.

Determina-se a massa volúmica das partículas secas da fração retida no referido peneiro de 3/4", **G** e a correspondente absorção de água, $\mathbf{W_a}$.

Determina-se igualmente a massa volúmica das partículas secas das frações retida e passada no peneiro ASTM nº 4 (4,75 mm) e a média ponderada desses valores que se tome como representativo do agregado inicial.

Aplicam-se as seguintes expressões para a determinação da baridade seca máxima e do teor em água óptimo corrigidos:

$$B_{smc} = 100 / \{ [\mathbf{X} / G] + [\mathbf{Y} / (\mathbf{n} \times b_{sm})] \}$$

$$W_{ac} = \{ [W_O \times \mathbf{Y}] + [W_a \times \mathbf{X}] \} / 100,$$

sendo:

X - Percentagem de material retido no peneiro ASTM de 3/4"

Y - Percentagem de material passado no mesmo peneiro

n - Coeficiente dependente da percentagem (X) da fração retida no mesmo peneiro, relativamente à massa total do agregado, dado pela tabela:

n	1,00	0,99	0,98
X	< 20	21-25	26-30

A curva de relação entre compactações relativas e índices de vazios, será obtida a partir das baridades secas máximas corrigidas obtidas em ensaios de compactação com variação de energia (55-25-12 pancadas) e dos correspondentes índices de vazios calculados a partir do valor da massa volúmica das partículas secas do agregado integral.

Será sempre obrigatório a realização de um trecho experimental para se traçar o gráfico da relação entre a variação do índice de vazios corrigidos ou grau de compactação e o número de passagens dos cilindros.

3.1.2 - Preparação da Plataforma de Apoio do Pavimento

Antes de se iniciarem os trabalhos de pavimentação devem ser verificadas as condições em que se encontra a camada do leito de pavimento e nomeadamente da sua superfície (plataforma de apoio do pavimento), designadamente o seu nivelamento e sua capacidade de suporte, de modo a garantirem-se as condições imprescindíveis para uma boa construção da primeira camada do pavimento.

O leito do pavimento deverá apresentar uma espessura constante definida no projeto e uma compactação relativa mínima de 95% quando referida ao ensaio Proctor Modificado.

A superfície de camada deve ser regular, com inclinações transversais de 2,5% em reta e a definida no projeto quando em curva. Não deve apresentar diferenças superiores a 5 cm em relação ao perfil longitudinal do projeto nem irregularidades superiores a 2 cm quando verificadas com a régua de 3 m.

Estas condições devem ser verificadas imediatamente antes da construção da camada sobrejacente.

3.1.3 - Exploração ou Fabrico e Armazenamento

3.1.3.1 - Fabrico e Armazenamento de Materiais Granulares Britados

Os materiais granulares britados devem ser produzidos em instalações de britagem adequadas, que garantam a constância das condições de produção, a homogeneidade granulométrica e o teor em água do material produzido.

As instalações de britagem devem estar equipadas com sistemas de pulverização de água, de forma a evitar a segregação dos materiais.

O armazenamento dos materiais produzidos deve ser feito de preferência em áreas devidamente preparadas. Quando tal não for possível, será feito o armazenamento ao longo da linha de acordo com as necessidades de aplicação, de modo a evitar operações de carga e transporte complementares. Neste caso o material será armazenado sobre a plataforma previamente preparada e aprovada pela Fiscalização.

Devem ser construídas plataformas adequadas, devidamente niveladas, de modo a evitar-se a contaminação do material armazenado e a garantir-se a drenagem das áreas de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 1,0 m e formando degraus nos bordos das camadas, de modo a evitar a formação de taludes contínuos. O material deverá ser espalhado com trator de rastos e ser depositado na frente da camada para se reduzir a sua segregação. O carregamento para transportes posterior, deve ser feito frontalmente e com balde. Nesta fase o material não deve ser empurrado com trator.

Não é permitido o armazenamento em pilha.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção de 15 dias.

3.1.3.1 - Tolerâncias no Fabrico

As tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada, são as seguintes:

- Na % de material que passa no peneiro ASTM de 0,075 mm (nº 200) ± 2%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 0,180 mm (nº 80) ± 3%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 2,00 mm (nº 10) ± 4%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 4,75 mm (nº 4), ou de malha mais larga ± 5%

3.1.4 - Transporte e Espalhamento

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes. Se o material se encontrar excessivamente seco, previamente ao transporte, deve ser feita a correção do teor em água por rega da frente de carregamento.

Devem utilizar-se, no espalhamento do material de sub-base, motoniveladoras ou pavimentadoras adequadas, que permitam que a superfície da camada se mantenha aproximadamente com a forma definitiva. O espalhamento deve ser feito regularmente e de modo a que toda a camada seja perfeitamente homogénea e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projeto.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa ser facilmente eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada, e posterior regularização da superfície.

3.1.5 - Compactação e Correção do Teor em Água

Se, antes de se iniciar a compactação, se verificar que os materiais utilizados não têm a humidade adequada, deve proceder-se à sua correção. Para isso deve escarificar-se a camada e deixar ajustar o teor em água por secagem ou outro meio, no caso de ele estar em excesso, ou, no caso contrário, proceder a uma distribuição uniforme de água, empregando-se carros tanques de pressão cujo jato deverá, quanto possível, cobrir a largura total da área a tratar. Esta distribuição de água deve organizar-se de modo a fazer-se de forma rápida e contínua.

A compactação da camada será obrigatoriamente efetuada por cilindro vibrador, seguida da compactação com cilindros de pneus, de forma a serem atingidas as condições a seguir indicadas.

3.1.5.1 - Em Solos Selecionados

A compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, não deve ser inferior a 95%.

3.1.5.2 - Em Materiais Granulares Aluvionares e Agregados Britados de Granulometria Extensa

Devem ser atingidos índices de vazios inferiores a determinado índice de referência, cujo valor será determinado como se indica no ponto 3.1.2. Tal valor será o correspondente, a uma baridade seca igual a 95% da que se obteria com uma energia equivalente à do ensaio Proctor Modificado.

3.1.6 - Regularidade da Superfície Acabada

A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 3 cm, em relação aos perfis transversais e longitudinais estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 2 cm quando medidas com a régua de 3 m.

3.1.7 - Espessura da Camada

A espessura da camada, depois de compactada, será a definida no projeto.

No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas, não será permitida a construção de camadas delgadas a fim de se obter a espessura projetada. Proceder-se-á à escarificação total da camada e à adição do material necessário antes de ser compactado.

No entanto, se a Fiscalização assim o entender, poderá aceitar que a compensação da espessura desta camada seja feita por aumento equivalente de espessura na seguinte.

3.1.7.1 - Controlo de Qualidade

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos nestas Cláusulas Técnicas Especiais.

3.1.7.2 - Durante o Fabrico e Aplicação

Os valores obtidos nos ensaios acima referidos, devem obedecer ao estipulado nestas Cláusulas Técnicas Especiais. Relativamente à granulometria, as tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho são as definidas no ponto 3.1.3.1.

3.1.7.3 - Após a Aplicação

3.1.7.3.1 - Espessura das Camadas

O controlo e eventual correção da espessura das camadas far-se-á de acordo com o definido no ponto 0.

3.1.7.3.2 - Grau de Compactação e Índice de Vazios

Os valores relativos ao grau de compactação ou índice de vazios deverão obedecer ao definido no ponto 30, em pelo menos 95% dos valores medidos.

3.1.7.3.3 - Regularidade

Os valores relativos à regularidade da superfície da camada depois de compactada, devem obedecer ao definido no ponto 0.

3.2 Camadas em Agregado Britado de Granulometria Extensa com Características de Base

Este subcapítulo diz respeito aos agregados britados de granulometria extensa de produção direta ou misturados em centrais adequadas, cujas características estão definidas nestas Cláusulas Técnicas Especiais.

3.2.1 - Estudo Laboratorial

Da realização prévia de um estudo laboratorial resultará a definição:

- Das características dos agregados
- Da composição dos agregados e da curva granulométrica de referência da mistura
- Do teor em água óptimo
- Do índice de vazios de referência

O estudo laboratorial deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação pelo menos 60 dias antes do início da aplicação em obra.

O índice de vazios de referência será obtido como se indica no ponto 0. Tal valor é o correspondente a uma baridade seca igual a 98% da que se obteria com uma energia de compactação equivalente à do ensaio Proctor Modificado.

3.2.2 - Fabrico e Armazenamento

3.2.2.1 - Fabrico

Os materiais granulares britados devem ser produzidos em instalações de britagem adequadas, que garantam, a constância das condições de produção, a homogeneidade granulométrica e o teor em água pré-definido.

As instalações de britagem devem estar equipadas com sistemas de pulverização de água que evitem a perda de pó e consequentemente a emissão de poeiras.

O armazenamento das frações deve ser feito em áreas devidamente preparadas.

Devem ser construídas plataformas adequadas, devidamente niveladas, de modo a evitar-se a contaminação do material armazenado e a garantir-se a drenagem das áreas de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 1,0 m. O material deverá ser espalhado com trator de rastos e ser depositado na frente da camada para se reduzir a sua segregação. O carregamento para transportes posterior, deve ser feito frontalmente e com balde. Nesta fase o material não deve ser empurrado com trator.

Não é permitido o armazenamento em pilha, especialmente nos materiais mais finos.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento permanente em estaleiro dos materiais necessários à produção de 15 dias. No caso do material granular de granulometria extensa misturado em central, os agregados devem ser armazenados por frações granulométricas.

Os agregados deverão ser arrumados em estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as frações granulométricas distintas. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, nunca será permitida a utilização dos 15 cm inferiores.

No fabrico do material a utilizar na construção de camadas de base, que deve ser misturado em central, devem satisfazer-se aos referentes requisitos:

- O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, de modo a evitar o armazenamento da mistura produzida. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização pelo menos 2 meses antes do início do processo de fabrico.
- É obrigatória a armazenagem prévia dos agregados antes da introdução nas respetivas tremonhas.

Na mistura das várias frações a utilizar na produção do material podem ser usadas centrais de betão, centrais do tipo das descritas nestas Cláusulas Técnicas Especiais, ou dispositivos anti-segregação e doseadores de teores em água, conforme descrito na diretiva do “LCPC / SETRA - Grave Recomposée Humidifieé” desde que seja duplicado o controlo granulométrico definido nestas Cláusulas Técnicas Especiais.

3.2.2.2 - Armazenamento

A produção deve ser planeada de forma a evitar o armazenamento da mistura. O transporte para a frente de trabalho só será feito quando existirem condições para a sua aplicação. Em condições excepcionais

poderá ser autorizado pela Fiscalização o armazenamento da mistura por períodos muito reduzidos, em depósito estratificado.

3.2.2.3 - Tolerâncias no Fabrico

As tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada são as seguintes:

- Na % de material que passa no peneiro ASTM de 0,075 mm (nº 200)..... ± 2%
- Na % material que passa no peneiro ASTM 0,180 mm (nº 80)..... ± 3%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 2,00 mm (nº 10)..... ± 4%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 4,75 mm (nº 4), ou de malha mais larga ± 5%

3.2.3 - Espalhamento

Deve utilizar-se no espalhamento do agregado motoniveladoras, pavimentadoras – acabadoras ou outro equipamento similar, para que a superfície da camada se mantenha com a forma definitiva.

Antes de se iniciar o espalhamento dever-se-á proceder à humidificação da superfície da camada subjacente.

O material deve ser humidificado durante a sua produção para que a segregação no transporte e espalhamento seja reduzida.

O espalhamento e a regularização da camada serão realizados em simultâneo e de tal forma que a sua espessura depois da compactação seja a prevista no projeto. O espalhamento deve ainda ser feito regularmente e de modo a evitar a segregação dos materiais, não sendo de forma alguma permitidas bolsadas de material fino ou grosso.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos, ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa facilmente ser eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação da camada e à homogeneização e regularização da superfície.

As manchas superficiais que evidenciam segregação do material, não podem ser corrigidas com adição de material fino.

3.2.4 - Compactação

Se antes de iniciar a compactação o agregado não tiver o teor em água adequado, terá que se proceder à sua correção, como se referiu no ponto 0.

A compactação da camada deve ser obrigatoriamente efetuada por cilindro vibrador, devendo ser atingidos em todos os pontos índices de vazios inferiores ao índice de referência.

3.2.5 - Regularidade da Superfície Acabada

A execução da camada deve ser tal que sejam obtidas as seguintes características finais:

- A camada deve apresentar-se perfeitamente estável e bem compactada;
- A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme isenta de fendas, de ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 1 cm, no sentido longitudinal e 1,5 cm no sentido transversal, quando medidas com a régua de 3 m.

3.2.6 - Espessura da Camada

A espessura de cada camada será a indicada no projeto.

No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas no projeto, não será permitida a construção de camadas delgadas, a fim de se obter a espessura projetada. Proceder-se-á à escarificação total da camada e à adição do material necessário antes de ser compactado.

No entanto, se a Fiscalização o julgar conveniente, poderá aceitar que a compensação de espessura seja realizada através do aumento de espessura da camada seguinte, determinado para que sejam estruturalmente equivalentes os pavimentos projetado e executado.

3.2.7 - Impregnação Betuminosa

Deve ser realizada uma impregnação da base de granulometria extensa que suporte diretamente camadas betuminosas, salvo nos casos em que o projeto explicitamente a dispense ou quando sobre ela se aplique uma semipenetração betuminosa.

3.2.7.1 - Limpeza

A superfície a impregnar deve apresentar-se livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras que devem ser retirados do pavimento para local onde não seja possível voltarem a depositar-se sobre a superfície a tratar.

A limpeza será basicamente efetuada por ação de escovas mecânicas e/ou sopro com ar comprimido e deverá deixar a descoberto as partículas com maiores dimensões, mas sem que estes indiciem desagregação do corpo da camada. Deverá obter-se o aspeto de um mosaico formado pelo topo das britas e gravilhas, devidamente travadas pelos materiais mais finos.

Após concluída a limpeza, ficará interdito o tráfego de obra sobre a zona tratada até que seja executada a rega de impregnação.

Caso se verifique tendência para desagregação superficial, seja por limpeza excessiva, por distorção granulométrica ou segregação, ou ainda em virtude do tráfego de obra, a Fiscalização deverá determinar a escarificação da camada e o seu posterior tratamento.

3.2.7.2 - Execução

Na execução da rega de impregnação betuminosa deve ser observado o seguinte:

- Previamente à aplicação do aglutinante a superfície deve ser humidificada de modo a facilitar a penetração do aglutinante na camada.
- O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projeto e com as características definidas em I.20 O valor da taxa de espalhamento será ajustado experimentalmente.
- No momento de aplicação do aglutinante, as temperaturas ambientes e do pavimento devem ser superiores a 5 ºC.
- A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra pavimentadora semiautomática ou automática.
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efetiva, mais do que 15%.
- Quando o aglutinante não for completamente absorvido pela base no período de 24 horas, deve espalhar-se um agregado fino que permita fixar todo o aglutinante em excesso. Este agregado será rigorosamente isento de pó ou de outras matérias estranhas, devendo passar na totalidade pelo peneiro de 4,75 mm (nº 4) ASTM.
- O tempo que decorrerá entre a impregnação e a aplicação da camada seguinte será fixado pela Fiscalização, em face das condições climatéricas.

3.2.7.3 - Tolerância na Percentagem de Emulsão Betuminosa

A tolerância na percentagem de emulsão betuminosa para impregnação é de ± 0,5%.

3.2.8 - Controlo de Qualidade

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos nestas Cláusulas Técnicas Especiais.

3.2.8.1 - Durante o Fabrico e Aplicação

Os valores obtidos nos ensaios acima referidos, devem obedecer ao estipulado nestas Cláusulas Técnicas Especiais. Relativamente à granulometria, as tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho são as definidas no ponto 0.

3.2.8.2 - Após a Aplicação

3.2.8.2.1 - Espessura das Camadas

O controlo e eventual correção da espessura das camadas far-se-á de acordo com o definido no ponto 0.

3.2.8.2.2 - Grau de Compactação e Índice de Vazios

Os valores relativos índice de vazios deverão obedecer ao definido no ponto 0.

3.2.8.2.3 Regularidade

Os valores relativos à regularidade da superfície da camada depois de compactada, devem obedecer ao definido no ponto 0.

3.3- Camadas de misturas betuminosas a quente

Este item refere-se à execução de camadas de base, ligação, regularização e desgaste com misturas betuminosas a quente, cujas características satisfazem ao estipulado em 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 e 3.3.4. destas Especificações Técnicas.

Tendo em vista o cumprimento da legislação constante do Decreto-Lei n.º 4/2007, de 8 de Janeiro de 2007, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura betuminosa e para a própria mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade CE emitidos pelos organismos notificados, acompanhados das suas fichas de produto.

3.1.1 - Preparação da superfície subjacente

A execução das camadas de misturas betuminosas só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

As regas de impregnação, de colagem e de cura deverão ser realizadas nas condições expressas neste Especificações Técnicas, no item 3.2.

3.1.2 - Disposições gerais para o estudo, produção, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo de composição

O Empreiteiro deverá apresentar à Fiscalização, com a antecedência mínima de 30 dias antes da previsão da execução do trecho experimental, um estudo de composição laboratorial, onde conste a fórmula da mistura que, depois de aprovada, servirá para se iniciar o fabrico das misturas betuminosas.

Este estudo incluirá, obrigatoriamente, além do acima mencionado, os boletins relativos aos ensaios a executar para comprovação da sua aptidão para a utilização prevista, a realizar sob sua responsabilidade,

nos termos do artigo I.20 - destas Especificações Técnicas. Estes ensaios abrangem o ligante, os agregados, fíleres, e as misturas betuminosas.

Deverá ainda ser incluída a proposta de metodologia a seguir no trecho experimental e na transposição para a central bem como a entrega dos documentos técnicos indicados no ponto 10 (Equipamentos).

1.1 - Ligante

No âmbito do estudo de composição, deverá constar:

- A ficha do produto com a apresentação da caracterização do betume a empregar na mistura, incluindo a determinação do valor da viscosidade e as temperaturas para as quais aquele valor varia entre 170 ± 20 cSt (gama de temperatura de fabrico das misturas) e entre 280 ± 30 cSt (gama de temperatura de compactação);
- A determinação da massa volúmica do betume;
- Os ensaios constantes de 13;
- A indicação da percentagem de betume admitida em projecto, calculada a partir da percentagem volumétrica de betume adoptada em termos de dimensionamento do pavimento.

1.2 - Agregados

Os ensaios a efectuar em agregados encontram-se indicados no quadro abaixo, devendo ser cumpridas as especificações indicadas nos Quadros I.20, para os agregados a aplicar em camadas de base, ligação, regularização e desgaste, respectivamente.

QUADRO II.17.1 – AGREGADOS. ENSAIOS A REALIZAR DE ACORDO COM O TIPO DE CAMADA A INTEGRAR

Requisitos / Propriedades	**Referência normativa**	**Tipo de camada**			
		Base	**Ligação**	**Regularização**	**Desgaste**
Descrição petrográfica simplificada	NP EN 932-3	**(a)**	**(a)**	**(a)**	**(a)**
Qualidade dos finos	NP EN 933-9	X	X	X	X
Forma do agregado grosso – Índice de achatamento **(b)**	NP EN 933-4	X	X	X	X
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos **(b)**	NP EN 933-5	-	-	-	X
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles **(b)**	NP EN 1097-2, secção 5	X	X	X	X
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval **(b)**	NP EN 1097-1	-	-	-	X
Resistência ao polimento do agregado grosso para camadas de desgaste	NP EN 1097-8	-	-	-	X
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	X	X	X	X
Absorção de água	NP EN 1097-6	X	X	X	X
Baridade	NP EN 1097-3	(a)	(a)	(a)	(a)
Resist. ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 e NP EN 1367-2	**(c)**	**(c)**	**(c)**	**(c)**
Resistência ao choque térmico **(b)**	NP EN 1367-5, NP EN 1097-2 (secção 5)	-	-	-	**(a)**
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos **(b)**	EN 12697-11	X	X	X	X
"Sonnenbrand" do basalto **(b)**	NP EN 1367-3 e NP EN 1097-2 (secção 5)	-	-	-	**(a)**
(a)- Quando requerido pela Fiscalização					
(b)- Não aplicável ao AC4 (Argamassas betuminosas com betumes modificados)					
(c)- Ensaio a efectuar em agregados a utilizar em ambientes sujeitos ao gelo degelo					

1.3 - Fíler

A relação volumétrica fíler/betume deverá ser determinada através de um estudo específico a elaborar pelo Empreiteiro no âmbito do estudo de composição da mistura betuminosa.

Os valores limite da relação volumétrica fíler/betume mais adequados para cada mistura betuminosa deverão ser determinados com base na seguinte expressão:

$$\frac{f}{b} = \frac{(100 - v) \times \Delta Tab}{(1021{,}2 + \Delta Tab \times v)}$$

em que:

f/b: relação volumétrica fíler/betume

v: vazios do fíler seco compactado (%)

ΔTab: aumento da temperatura de amolecimento anel e bola (ºC)

A expressão anterior deverá ser calculada para valores de ΔTab de 12 ºC e 16 ºC (intervalo de temperaturas demonstrado como o mais adequado para conferir ao mastique um comportamento satisfatório).

O relação volumétrica fíler/betume a adoptar no fabrico da mistura betuminosa corresponderá ao valor médio das relações f/b obtidas para 12 ºC e 16 ºC.

No relatório do estudo de formulação da mistura betuminosa relativamente ao estudo da relação volumétrica fíler/betume deverá constar:

- Natureza do fíler;
- A quantidade de fíler comercial, se aplicável;
- A percentagem de vazios do fíler seco compactado;
- O valor da relação volumétrica f/b para ΔTab = 12 ºC e ΔTab = 16 ºC, e o respectivo valor médio.

1.4 - Mistura betuminosa

A partir de uma determinada composição dos diversos agregados constituintes, cuja mistura origine uma curva granulométrica que respeite o fuso respectivo (ver Quadros I.20), são fabricadas misturas betuminosas (de acordo com a EN 12697-35) considerando 5 percentagens de betume (com incrementos de 0,5 %), em torno do valor óptimo expectável.

Sobre as amostras dessas misturas betuminosas é determinada a baridade máxima teórica (de acordo com a EN 12697-5) e são compactados 4 provetes por percentagem de betume, utilizando o método de impacto (EN 12697-30) com a energia de compactação definida nos Quadros I.20, para a mistura em causa.

Sobre os provetes compactados são determinadas as suas baridades (EN 12697-6), e são determinadas as características relacionadas com os vazios de provetes betuminosos (de acordo com a EN 12697-8).

Os provetes serão depois submetidos ao ensaio Marshall (de acordo com a EN 12697-34).

Para as propriedades determinadas sobre os provetes compactados são determinados os valores médios para cada percentagem de betume dos 4 provetes compactados e são, em gráficos, traçadas as curvas que relacionam a percentagem de betume com cada uma destas propriedades.

A percentagem "óptima" de betume será a que resulta da média dos valores das percentagens de betume que conduzem ao valor máximo da baridade da mistura betuminosa compactada (EN 12697-6); ao valor médio dos limites da porosidade (EN 12697-8), definidos nos Quadros I.20, para a mistura em causa; ao valor máximo correspondente à estabilidade Marshall (EN 12697-34), e ao valor médio dos limites da deformação Marshall, definidos nos Quadros I.20 para a mistura em causa. Exceptuam-se os macadames betuminosos, AC32 base; as misturas betuminosas drenantes, PA12,5; as misturas rugosas para camadas delgadas, AC10 surf e as misturas betuminosas com betumes modificados com borracha, MBR-BBA, MBA-BBA, MBR-BBM e MBR-BBM.

Nota 1: Os valores da baridade dos provetes preparados pelo método Marshall a tomar para efeitos de definição das curvas características da mistura referentes à porosidade e ao VMA, não devem ser os determinados experimentalmente mas sim os valores corrigidos, lidos sobre uma curva regular que se ajuste aos resultados laboratoriais.

Nota 2: Por uma questão de uniformidade de critérios e facilidade de leitura, é obrigatório exprimir todo o estudo em termos de percentagem de betume (e não de teor); a não satisfação desta condição obrigará à reformulação do estudo apresentado pelo Empreiteiro.

Complementarmente, deve-se efectuar um estudo adicional[(a)] em que, após o estudo inicial anterior, sejam realizados ensaios de pista ("Wheel-Tracking" - EN 12697-22)[(b)] e de sensibilidade à água (EN 12697-12)[(c)] sobre três misturas betuminosas: uma com a percentagem de betume "óptima"[(d)] determinada pelo método Marshall (mencionado nos parágrafos anteriores), uma com a percentagem de betume igual ao valor óptimo -0,5 % e outra com uma percentagem de betume igual ao valor óptimo + 0,5 %.

- Este estudo não se realiza para obras de Reforço/Reabilitação para camadas de misturas betuminosas com espessuras inferiores a 10 cm;
- Este ensaio não se aplica às misturas betuminosas drenantes, PA12,5;
- Para classes de tráfego ≥ T2, aquando da execução dos trechos experimentais, serão realizados ensaios de pista "in situ" (através de serragem do pavimento, utilizando-se o procedimento B), para as camadas de ligação e desgaste;
- Este ensaio não se aplica a macadames betuminosos, AC32 base;
- No caso das misturas betuminosas, em que a % óptima é determinada através da execução de trechos experimentais, tais como o AC32base, este ensaio será executado após a aprovação da percentagem de ligante óptima resultante dos valores determinados no trecho experimental, moldando-se três misturas betuminosas: uma com a percentagem de betume "óptima" determinada no trecho experimental, uma com a percentagem de betume igual ao valor óptimo -0,5 % e outra com uma percentagem de betume igual ao valor óptimo +0,5%.

A compactação dos provetes deverá ter em atenção a secção 5.2.6 da EN 13108-1, tendo como referência os valores das curvas do estudo inicial para as respectivas percentagens de betume dos provetes a compactar.

Se, deste estudo complementar, por razões devidamente justificadas, resultar a necessidade de uma alteração do valor relativo à percentagem óptima de betume, determinada no estudo de formulação Marshall, tal facto deverá ser devidamente avaliado.

Deve ainda efectuar-se a determinação do Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall para todas as misturas betuminosas, com excepção das misturas AC 32 base, AC 4 lig e AC 4 reg.

Deste modo, é fabricada uma mistura betuminosa com a composição determinada no estudo laboratorial e são compactados 8 provetes (com 101,6 mm de diâmetro e 63,5 mm de altura), utilizando o compactador de impacto (EN 12697-30), a uma temperatura de compactação para a qual a viscosidade do betume a empregar na mistura, se situe entre 280 ºC ± 30 cSt (gama de temperatura de compactação indicada na ficha de produto do betume), com a energia de compactação estabelecida nos Quadros I.20, para a mistura em causa, determinando-se as respectivas baridades.

As baridades dos dois grupos de 4 provetes cada, devem ser similares entre eles.

É realizado o ensaio Marshall (EN 12697-34) sobre 4 dos provetes, após imersão durante 35 a 40 minutos num banho de água a 60 ºC, e sobre os restantes 4 provetes, após imersão durante 24 horas num banho de água à mesma temperatura. O quociente, em percentagem, entre o valor médio da estabilidade Marshall dos provetes imersos 24 horas e o valor médio da estabilidade dos provetes imersos 35 a 40 minutos é o Índice de Resistência Conservada.

A Fiscalização poderá ainda exigir outros ensaios de caracterização mecânica das misturas (módulos de deformabilidade, resistência à fadiga, etc.), a realizar em laboratório acreditado.

Deve ser requerido um novo estudo de formulação nas seguintes circunstâncias:

- Quando existir uma mudança no tipo de agregado grosso constituindo: a) mudança na categoria do agregado grosso como definido na EN 13043, para uma das seguintes propriedades: forma, percentagem de partículas esmagadas e partidas, resistência à fragmentação, resistência ao desgaste; b) mudança no tipo petrográfico; c) variação da massa volúmica das partículas secas em estufa dos agregados (média ponderada) superior a 0,05 Mg/m3;
- Quando existir uma mudança na origem, na categoria granulométrica ou, onde apropriado, na categoria da angulosidade do agregado fino;
- Quando existir uma mudança no tipo mineralógico do fíler;
- Quando existir mudança no tipo (modificado, etc) e gama (35/50, 50/70, etc) de penetração do betume.

2 - Transposição do estudo de composição para a central de produção de misturas betuminosas

A aplicação em obra da mistura betuminosa será condicionada, não só à aprovação do estudo de composição, mas também a uma ratificação da Fiscalização quanto às condições de transposição daquele estudo para a central de produção o que implica, nomeadamente, a concordância com o sistema de crivos adoptado, cabendo ao Empreiteiro apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que tal transposição foi realizada. Nesses ensaios, é obrigatória a inclusão de:

- Granulometria das fracções crivadas, recolhidas nos silos quentes e da correspondente mistura de agregados, recolhida à saída do misturador, quando se trate de uma central de produção descontínua;
- Conjunto de pesagens efectuadas para a calibração das tremonhas doseadoras dos agregados, e a granulometria da mistura, quando se trate de uma central de produção contínua.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central betuminosa a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem o conhecimento e aprovação da Fiscalização.

Em circunstância alguma se poderá alterar a transposição em vigor unicamente com base nos resultados dos ensaios efectuados num único período de trabalho, devendo no entanto proceder-se, de imediato, à realização de ensaios de confirmação e intensificar se a frequência de amostragem.

Só será permitida uma alteração da transposição se devidamente justificada, com base num conjunto significativo de ensaios de controlo laboratorial.

Com vista a viabilizar qualquer alteração às condições de transposição, deverá o Empreiteiro, no âmbito do controlo laboratorial necessário ao controlo de qualidade, elaborar mapas com os valores médios acumulados, semanalmente em relação a todos os ensaios efectuados, independentemente do preenchimento diário dos boletins de ensaio correspondentes.

3 - Execução de trechos experimentais

Uma vez estudada a composição da mistura, e afinada a operação da central de produção, deve realizar-se, na presença da Fiscalização, um trecho experimental, para cada mistura, a fim de:

- Verificar o cumprimento das características da mistura betuminosa aprovada;
- Verificar as condições reais de transporte e de espalhamento das misturas betuminosas no local de aplicação, e verificar a temperatura e a trabalhabilidade da mistura;
- Definir o esquema de compactação (tipo de equipamento; ordem da sua intervenção; número de passagens, velocidade de circulação) e as temperaturas limites da mistura para a compactação;
- Verificar a eficiência da compactação e a porosidade das misturas depois de aplicadas, através da determinação das baridades de carotes colhidas na camada do trecho experimental;
- Verificar a regularidade do acabamento, através da régua de 3 metros.

A execução do trecho experimental deverá, ainda, ter em consideração, os seguintes aspectos:

- A quantidade de mistura a aplicar, deverá ser a suficiente para construir um trecho com pelo menos 150 m de comprimento;
- A espessura da camada deverá ser a do projecto, sendo o material colocado sobre uma estrutura de pavimento de comportamento idêntico ao do trecho do pavimento real;
- O equipamento a utilizar no espalhamento e compactação do material do trecho experimental deverá ser o mesmo que se prevê utilizar na construção do pavimento real.

Deste modo, antes da execução do trecho experimental, aquando da apresentação do estudo de composição da mistura, o Empreiteiro deverá submeter à apreciação da Fiscalização, o plano de execução do referido trecho, contemplando todos os aspectos anteriormente focados.

A partir dos resultados obtidos no trecho experimental, no caso de aprovação pela Fiscalização, serão fixadas para cada uma das composições testadas – denominadas fórmulas de composição - as temperaturas de fabrico, espalhamento e compactação das misturas betuminosas, bem como o tipo de equipamento e ordem de intervenção a utilizar na pavimentação da obra.

No caso do trecho experimental se revelar insatisfatório deverão ser feitas as necessárias correcções na composição da mistura, na operação de produção da central betuminosa e/ou aos procedimentos de transporte, espalhamento e compactação.

Após efectuadas as devidas correcções será realizado novo trecho experimental.

Quando o material colocado no trecho experimental não satisfazer as exigências especificadas para o troço em que foi realizado, deverá ser removido e substituído a expensas do Empreiteiro.

A produção das misturas a colocar no pavimento real só será iniciada após aprovação, pela Fiscalização, do trecho experimental.

4 - Produção
4.1 - Identificação e controlo da produção

O Controlo da Produção em Fábrica consiste no controlo interno e permanente do processo de produção. Inclui os requisitos relativos aos ensaios para assegurar a conformidade da mistura betuminosa com os desempenhos declarados no Ensaio de Tipo (EN 13108-20).

O produtor deve implementar um sistema de Controlo da Produção em Fábrica que cumpra com os requisitos da Norma Europeia EN 13108-21, de modo a assegurar que os produtos colocados no mercado estão em conformidade com as características declaradas. Este sistema consiste em procedimentos, inspecções e ensaios regulares e/ou avaliações, na utilização dos resultados para controlar as matérias-primas e outros constituintes ou materiais recebidos, o equipamento, o processo de produção e o produto.

O produtor deve estabelecer e manter a sua política e procedimentos para o Controlo da Produção em Fábrica num plano da qualidade, de acordo com o especificado na EN 13108-21.

O plano da qualidade a implementar deve identificar os dispositivos de medição que requerem calibração. A frequência das calibrações para o equipamento de pesagem, distribuidor de aditivos, caudalímetros, sistema de dosagem e equipamento de monitorização de temperatura, devem cumprir com os requisitos indicados no Quadro 2 da EN 13108-21.

O produtor deve identificar a pessoa com a autoridade apropriada, conhecimento e experiência para supervisionar o Controlo da Produção em Fábrica e assegurar que os requisitos do plano da qualidade são devidamente implementados e mantidos.

4.2 - Centrais betuminosas

O fabrico de misturas betuminosas a quente será assegurado por centrais de produção do tipo contínuo ou descontínuo, com capacidade suficiente para garantir os rendimentos previstos, sem paragens ou interrupções.

Centrais de tipo descontínuo

A central deverá possuir:

- Um secador e aquecedor de agregados convenientemente equipado com dispositivo termométrico junto da descarga e mostrador localizado em lugar bem visível e de fácil acesso.
- Um seleccionador de agregados com malhas convenientemente escolhidas de forma a separar o material em fracções tais que permita manter a granulometria da mistura dentro das tolerâncias especificadas.
- Uma bateria de três ou mais silos que permitam armazenar as fracções da mistura ao abrigo da intempérie.
- Um silo para filer, situado em local convenientemente mantido em ambiente seco.
- Um dispositivo de pesagem que garanta a composição da mistura dentro das tolerâncias especificadas. Este dispositivo deve ser sensível a 0,5% do peso considerado.
- Um dispositivo que permita a dosagem do betume na mistura. Se se utilizar um dispositivo de medida do volume ou peso escoado, o sistema deve ser aferido com betume à temperatura especificada, pois a viscosidade do betume varia com a temperatura.
- Um misturador convenientemente equipado com um número suficiente de pás ou lâminas, de forma a assegurar uma mistura homogénea e no tempo especificado.
- Se a mistura não sair homogénea e o agregado recoberto de betume no tempo especificado para a mistura, a Fiscalização tem o direito de impor o aumento do tempo de mistura.
- A central deverá estar equipada com os meios que permitam essa regulação. O tempo de mistura deverá ser considerado como o intervalo de tempo entre a entrada de betume no misturador e a saída das massas.
- Uma ou duas caldeiras para aquecimento do betume antes de ser conduzido ao misturador. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas com vapor ou qualquer outro sistema adequado. Em nenhuma circunstância o aquecimento será feito sob a acção directa das chamas.

Centrais de tipo contínuo

Tal como no processo descrito anteriormente, a central de produção contínua deverá possuir os silos para os diversos componentes, secador, peneiros e misturador (amassador mecânico), conforme acima descrito, ligados entre si por transportadores de correia e de alcatruzes. O betume será aquecido em caldeiras e conduzido ao misturador por tubagens aquecidas.

Assim, o funcionamento do sistema deverá obedecer ao seguinte:

- O sistema de alimentação de massas deve estar equipado com um contador de rotações possibilitando a leitura de uma centena de voltas.
- A central de produção contínua disporá de um transportador para cada componente e a dosagem deve ser assegurada de forma satisfatória através do débito do componente, por um orifício calibrado e regulável.
- Os silos contendo os componentes aquecidos devem possuir um dispositivo termométrico, junto da tremonha de saída, com quadrante colocado em sítio bem visível.
- Os silos alimentadores do misturador, devem possuir um sistema de alarme indicativo da existência de uma quantidade mínima destes componentes. Este dispositivo de alarme pode ser luminoso ou acústico, mas de preferência será luminoso.
- A introdução do betume no misturador deve fazer-se através de um injector devidamente calibrado à temperatura especificada para o betume e com possibilidade de regulação do débito.
- A dosagem do filer poderá ser ajustada no alimentador, depois de se ter calibrado a velocidade deste em relação aos débitos.
- Uma vez ajustada a central para a composição especificada, o controle de produção far-se-á sobre o peso das massas.

Ambos os tipos de centrais deverão estar equipados com um sistema de despoeiramento que garanta um nível de emissão inferior ao limite máximo estipulado na legislação em vigor, aconselhando-se a utilização de um sistema por via seca.

As centrais estarão dotadas de um sistema que memorize as fórmulas a produzir. Terão um sistema de aquisição de dados de fabrico ou possibilitar a ligação a um sistema exterior que execute as mesmas funções. Os dados armazenados permitem apreciar a qualidade média do produto fabricado.

4.3 - Processo de produção

O fornecimento de materiais constituintes deve assegurar a manutenção dos níveis de produção e de entrega planeados, sem prejuízo da conformidade do produto.

Para o pré-doseamento dos diversos materiais agregados que entrem na composição da mistura, com excepção do filer, deve o Empreiteiro dispor no estaleiro de tantas tremonhas quantos os referidos materiais, o que significa estar excluído qualquer processo mais grosseiro de pré-mistura, mesmo em relação apenas a uma parte dos componentes. Esta disposição não se circunscreve só às centrais de produção contínua, aplicando-se também às de produção descontínua.

- Antes de entrar no misturador, os agregados devem ser secos e aquecidos, de modo a que o teor em água não exceda 0,5%.
- A temperatura dos agregados antes da mistura destes com o betume deve ser compatível com a temperatura da mistura, definida no estudo de formulação.
- O betume deve ser aquecido lenta e uniformemente, até à temperatura da mistura definida no estudo.
- Não se aplicarão em obra as misturas que imediatamente após o fabrico apresentem temperaturas superiores aos valores definidos nos respectivos estudos. Nesse caso serão conduzidas, de imediato, a operador de resíduos licenciado e não serão consideradas para efeitos de medição.
- As misturas deverão ser fabricadas e transportadas por forma a que tenha lugar o seu rápido espalhamento. A sua temperatura nesta fase deverá estar compreendida na gama de valores definida no estudo e, se tal não vier a suceder mesmo que imediatamente após a actuação da pavimentadora, constituirá motivo para rejeição, devendo ser imediatamente removidas antes do seu total arrefecimento e conduzidas a operador de resíduos licenciado, não sendo, obviamente, consideradas para efeitos de medição.

4.4 - Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

As tolerâncias admitidas - em percentagem absoluta - em relação à fórmula de composição da mistura aprovada (composição determinada por estudo laboratorial), cumprindo o especificado no capítulo “Materiais Para Camadas de Misturas Betuminosas a Quente” destas Especificações Técnicas, são indicadas no Quadro II.17.2, consoante a máxima dimensão (D) do agregado.

QUADRO II.17.2 – TOLERÂNCIA NA PRODUÇÃO

Peneiros	Unid.	Amostras individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura	
		D < 16 mm	D ≥ 16 mm
1,4 D	%	-2	-2
D	%	-8 +5	-9 +5
Peneiro característico intermédio e extra opcional entre D e 2mm	%	± 7	± 9
2 mm	%	± 6	± 7
Peneiro característico intermédio e extra opcional entre 2 e 0,063 mm	%	± 4	± 5
0,063 mm	%	± 2	± 3
Percentagem em ligante	%	± 0,3	± 0,3

5 - Armazenamento

Os locais de armazenamento deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água.

Os silos, zonas de armazenamento e tanques deverão estar devidamente identificados através da sua etiquetagem.

Antes do início do processo de produção e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção estimada de 15 dias.

5.1 - Armazenamento do agregado e do fíler

Diferentes tipos de materiais e granulometrias devem ser transportados e armazenados de forma a evitar a mistura, a contaminação e a deterioração, que poderão afectar a qualidade e a conformidade do produto. Assim, os agregados deverão ser arrumados em estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as fracções granulométricas distintas e espalhados por camadas de espessura não superior a 0,5 m a fim de se minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 15 cm inferiores.

Os materiais finos (0-4 ou areia) devem estar obrigatoriamente cobertos.

O fíler armazenado na central betuminosa deverá satisfazer as prescrições deste Caderno de Encargos e das Clausulas Técnicas Especiais, se aplicável, salvo outras condições particulares que sejam aprovadas de comum acordo entre Fiscalização e o Empreiteiro.

5.1.1 - Lotes de Materiais

Um lote corresponde a cada fornecimento devidamente caracterizado e acompanhado pelas respectivas fichas de produto e de controlo em fábrica.

O Empreiteiro não está autorizado a manter o fornecimento da central betuminosa se a quantidade de fíler armazenada em estaleiro for inferior a 3 dias de produção, a menos que apenas faltem 3 dias para a produção ficar completa, ou caso haja condições especiais em que a Fiscalização dispense este requisito.

5.1.2 - Armazenamento

O fíler de recuperação e o fíler comercial deverão ser armazenados em separado e em silos que os mantenham secos.

5.1.3 - Colocação em obra

O fíler deve ser misturado mecanicamente com o agregado mineral, antes da adição do betume.

Cada tipo de fíler deve ser pesado numa cinta de pesagem ou com outro sistema de pesagem aprovado, com um totalizador de peso, antes de entrar no aparelho de mistura mecânica. Este aparelho deve ser um tipo de misturadora de argamassa (“pugmill type“) com pelo menos dois eixos motorizados com pás misturadoras.

No caso de ser utilizada uma composição de fíler recuperado e de fíler comercial deverá existir um sistema que permita o controlo das proporções de cada tipo de fíler adicionado à mistura. O Empreiteiro deve diariamente apresentar à Fiscalização documentação que comprove que foi incorporada na mistura betuminosa a quantidade prevista de fíler (com a decomposição por tipos, se aplicável).

5.2 - Armazenamento do ligante

As cisternas para o armazenamento do ligante betuminoso serão devidamente isoladas termicamente e terão uma capacidade que permita assegurar de forma contínua um dia de funcionamento. Disporão um sistema de aquecimento que não provoque a queima do ligante betuminoso.

Quando numa mesma obra forem utilizados mais do que um tipo de ligante betuminoso, cada um disporá de cisterna própria, devidamente identificada para evitar misturas prejudiciais.

Quando o ligante for um betume modificado a cisterna terá de estar equipada com um sistema de agitação adequado que garanta a homogeneidade.

No caso do betume modificado com alta percentagem de borracha, o seu armazenamento não deverá exceder 10 horas, a uma temperatura superior a 160 º C, e nunca excedendo 195 º C, em permanente agitação, de forma a garantir a homogeneidade do ligante. Em casos excepcionais devidamente justificados, poder-se-á armazená-lo por períodos superiores, devendo neste caso, o ligante ser mantido a uma temperatura nominal de 130º C. Uma vez terminado o período de armazenamento, o ligante a ser utilizado na mistura betuminosa deverá ser homogeneizado e novamente aquecido, lenta e uniformemente, até atingir a temperatura de fornecimento.

O aquecimento e circulação será efectuado por tubagens isoladas e válvulas de controle e segurança.

O fluxo do ligante betuminoso será assegurado por dispositivo próprio com o respectivo medidor de caudais, sendo que o operador deverá ter a possibilidade de verificar na cabine de controlo a temperatura.

5.3 - Armazenamento do granulado de borracha

O granulado de borracha deve ser transportado em cisternas ou sacos prefabricados com material impermeável, de modo a evitar a entrada de água. Os sacos devem ser armazenados em locais secos, protegidos da chuva e da luz solar.

5.4 - Armazenamento de misturas betuminosas

O armazenamento das misturas betuminosas será efectuado de forma a limitar o mais possível a segregação.

O armazenamento será efectuado em silos com isolamento térmico. Nos silos cuja capacidade seja superior a 100 ton. deverão dispor de um isolamento térmico adequado e deverão ter o cone e as bocas de descarga aquecidos.

Nestes silos é desejável que seja impedida a circulação de ar. No sistema de transporte contínuo deverá existir um dispositivo anti-segregação.

6 - Transporte
6.1 - Equipamento

O Empreiteiro deverá dispor de uma frota de camiões dimensionada de acordo com as distâncias de transporte entre a central de fabrico e a obra a realizar.

Todas as viaturas utilizadas, quer pertençam ou não ao Empreiteiro, deverão estar providas de: a) Caixa de recepção com altura tal que não haja qualquer contacto com a tremonha da pavimentadora; b) Toldo plastificado capaz de evitar o arrefecimento das misturas.

6.2 - Condicionamentos do transporte

A mistura será transportada em viaturas basculantes de caixa aberta com fundo liso e perfeitamente limpo, devendo ser sempre cobertas com uma lona que tape toda a caixa da viatura.

7 - Espalhamento
7.1 - Equipamento

O equipamento de espalhamento deverá ser constituído por pavimentadoras de rastos (preferencialmente) com mesas flutuantes de extensão hidráulica ou fixas, capazes de repartir uniformemente as misturas betuminosas.

As pavimentadoras serão compostas por: a) Tractor motriz; b) Mesa pré-compactadora; c) Sistema automático de nivelamento progressivo.

O motor terá potência suficiente para garantir o bom funcionamento de todos os órgãos da máquina.

O equipamento de espalhamento deve ser capaz de repartir uniformemente as misturas betuminosas, sem produzir segregação e respeitando os alinhamentos, inclinações transversais e espessuras projectadas e corrigir pequenas irregularidades.

A alimentação far-se-á sobre uma tremonha dimensionada de forma a permitir a descarga do camião. Deverá conter um mínimo de material a fim de garantir a presença constante na frente da mesa.

A ligação entre o tractor e a mesa que apoia sobre o material a colocar, é feita por duas longarinas articuladas.

A altura das articulações das longarinas, de comando individual, poder-se-á fazer manualmente ou através de um sistema de nivelamento automático.

A fixação das longarinas deverá permitir a regulação do ângulo de incidência, isto é, possibilitar a modificação das espessuras de material a colocar.

O material é transportado para a parte traseira da máquina e aí, através de sem-fins, é distribuído de uma forma uniforme. Quando forem montadas extensões mecânicas, estas deverão ser acompanhadas das extensões dos respectivos sem-fins.

Estará dotada de um sistema que garanta a alimentação constante em toda a largura de trabalho, de tal forma que haja sempre material a cobrir completamente os sem-fins de distribuição.

A mesa vibradora será do tipo fixo ou extensível e capaz de produzir de forma homogénea a toda a largura de espalhamento, um grau de compactação mínimo de 90% quando referido ao ensaio Marshall. A compactação será garantida por sistemas de apiloamento (“tampers”) e/ou vibração para adaptação às condições de espalhamento mais adequadas ao tipo de mistura.

As mesas deverão estar munidas de cofragens laterais para garantir um bom acabamento e uma adequada compactação dos bordos da camada.

Terão obrigatoriamente um sistema automático de nivelamento progressivo, para perfis longitudinais e/ou transversais, constituído por sensores e por pêndulo.

Ao aplicar-se uma camada betuminosa sobre outra, a largura da mesa será fixada de modo a que as juntas longitudinais das duas camadas não coincidam no mesmo plano vertical, devendo as mesmas estarem desfasadas pelo menos 0,15 m. Do mesmo modo, as juntas transversais deverão estar desfasadas pelo menos 5,0 m.

Quando haja necessidade de efectuar remates em zonas não acessíveis à mesa espalhadora, a mistura betuminosa poderá ser espalhada manualmente, utilizando-se para o efeito, pás e rodos previamente aquecidos.

Não serão autorizadas mesas trabalhando em paralelo, sempre que as mesmas apresentem mobilidades diferentes.

7.2 - Particularidades do processo de espalhamento

O espalhamento não deve ser precedido da aplicação manual de misturas betuminosas, correntemente designado por ensaibramento.

O espalhamento da mistura betuminosa deverá aguardar a rotura da emulsão aplicada em rega de colagem, e deverá ser feito de maneira contínua e executado com tempo seco e com a temperatura ambiente nunca inferior a 10 ºC.

No caso de rampas acentuadas com extensão significativa o espalhamento deve realizar-se, preferencialmente, no sentido ascendente.

Com excepção da camada de desgaste, o espalhamento poderá prosseguir sob chuvisco ou chuva fraca, sob condição de já se ter verificado a rotura da rega de colagem entretanto feita; porém, esta rega deverá ser imediatamente interrompida até que cesse a precipitação.

O nivelamento das camadas de misturas betuminosas deverá ser garantido a partir da utilização dos seguintes sistemas:

- Fio cotado apoiado em estacas com afastamento máximo de 6,25 m para a primeira camada aplicada sobre materiais granulares;
- Fio cotado satisfazendo ao acima referido ou réguas com comprimento mínimo de 15 m na aplicação de uma primeira camada de reforço sobre um pavimento existente - régua com 7 m no caso de estrada da rede secundária;
- Régua com comprimento mínimo de 15 m (7 m na rede secundária) na aplicação da segunda camada e seguintes, à excepção da camada de desgaste em IP's e IC's;
- Sistema manual de nivelamento com espessura constante na execução da camada de desgaste em IP's e IC's ou na aplicação de camadas finas em todo o tipo de estradas.

O fio a utilizar será unifilar, de 2 mm de diâmetro, comprimento inferior a 200 m e com uma tensão na ordem dos 80 kg. O fio deverá ser compatível com as condições de apoio, de modo a evitar ressaltos dos sensores.

As réguas de nivelamento de comprimento igual ou superior a 15 m são constituídas por três corpos: um corpo apoiado em rodas que desliza no pavimento já executado; um caixilho central de ligação à pavimentadora. Nele está montado o sensor. Um terceiro corpo colocado na frente da máquina, o qual apoia no suporte da camada a colocar. A diferença entre a leitura frontal e a traseira é a espessura a colocar.

Poderão ser utilizados outros sistemas de nivelamento, tais como ultra sons, lazer, etc. desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

Sempre que as características da pavimentadora não permitam a execução da camada em toda a largura da faixa de rodagem deverão ser utilizadas duas pavimentadoras em paralelo. Neste caso recorrer-se-á aos sistemas de nivelamento acima referidos, complementando a segunda pavimentadora com o apoio sobre a camada já executada.

Em AE's e IP's é aconselhável o uso de um alimentador a fim de garantir a alimentação em contínuo, evitando juntas e perdas de temperatura.

Cuidados a ter no início dos trabalhos de espalhamento:

- O percurso deverá estar limpo de quaisquer obstáculos,
- O material não poderá transbordar da tremonha da máquina;
- Na troca de camiões, a tremonha não deverá ficar completamente vazia, excepto quando houver paragens muito prolongadas;
- Verificar se todos os componentes do nivelamento estão em perfeitas condições de funcionamento.

- Verificar se os suportes dos sensores estão convenientemente apertados;
- Verificar se os sensores estão montados fora da influência do “tamper” e se estão a responder rapidamente às modificações de regulação;
- Verificar se o fio de apoio dos sensores está convenientemente tensionado e com apoios suficientes para impedir a formação de flecha;
- Verificar a precisão da mira, quando se utiliza o laser;
- O arranque da máquina far-se-á após execução de junta transversal e o apoio da mesa sobre calços de madeira;
- No final do trabalho a máquina deverá ficar completamente vazia, retirada do local e convenientemente limpa;
- Quando a largura da mesa é aumentada com o acoplamento de extensões mecânicas, deverá ser assegurada a sua rigidez, através da montagem de tirantes;
- Deverá ser assegurado o seu perfeito alinhamento, por forma a não criar vincos;
- Sempre que se montem extensões mecânicas estas deverão ser acompanhadas das respectivas extensões de sem-fins e deflectores.

8 - Compactação
8.1 - Equipamento

Os cilindros a utilizar na compactação das misturas serão obrigatoriamente autopropulsionáveis e dos seguintes tipos: a) Rolo de rasto liso; b) Pneus; c) Combinados.

Os cilindros disporão de sistema de rega adequado, e os cilindros de pneus serão equipados com "saias de protecção”, tendo por objectivo a manutenção de um ambiente quente sob o cilindro, evitando ou reduzindo as variações térmicas.

8.2 - Particularidades do processo de compactação

- As operações de compactação devem ser iniciadas assim que os cilindros possam circular sem deixarem deformações exageradas na mistura (quando a mistura atingir a temperatura referida nos boletins de fornecimento de betumes e correspondentes a viscosidades de 280±30 cSt) e devem ser efectuadas enquanto a temperatura no material betuminoso é superior à temperatura mínima de compactação recomendada para cada tipo de betume e definidas no estudo de formulação;
- O cilindramento deve ser efectuado até terem desaparecido as marcas dos rolos da superfície da camada e se ter atingido uma porosidade que se situe dentro dos intervalos do Quadro II.17.4;
- Quando os valores da baridade do dia variarem +/- 0,05 t/m3 em relação à baridade do estudo de composição este terá que ser respeitado, caso contrário deverá ser efectuada uma reavaliação da validade do estudo de formulação em vigor;
- A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfis longitudinal e transversal correctos e livres de depressões, alteamentos e vincos;
- O trem de compactação será definido no trecho experimental;
- A velocidade dos cilindros será contínua e regular para não provocar desagregação das misturas;
- Os cilindros vibradores devem dispor de dispositivos automáticos de corte da vibração, um certo tempo antes de chegar ao ponto de mudança de direcção, início e fim do troço;

- Alguns dispositivos existentes no pavimento, tais como caixas de visita, etc., podem ficar danificados pela passagem dos rolos vibradores. Nestes casos é usual desligar a vibração 0,50 m antes desses dispositivos e empregar nestes locais rolos estáticos ou mesmo compactação manual;
- Nos troços construídos em sobreelevações, a compactação deve ser iniciada da berma mais baixa, devendo-se reduzir a velocidade e a frequência de vibração do cilindro vibrador, quando utilizado;
- Os cilindros só deverão proceder a mudanças de direcção quando se encontrem em áreas já cilindradas com, pelo menos, duas passagens;
- Nas zonas com declive significativo, o cilindramento deve ser preferencialmente realizado de baixo para cima e dos bordos para o centro;
- Deverá ser dada especial atenção à compactação das juntas;
- Para espessuras superiores a 0,13 m, será necessário recorrer a pavimentadoras com alto poder de compactação; de qualquer modo, o equipamento a utilizar na densificação da camada, deverá ser suficiente para se garantir as características fixadas neste Caderno de Encargos;
- O trânsito nunca deverá ser estabelecido sobre a mistura betuminosa nas 2 horas posteriores ao fim do cilindramento, devendo, no entanto, aquele prazo ser aumentado sempre que tal for possível. Se tal não for viável, a velocidade dos veículos deverá ser limitada a 40 km/h.

As camadas de base, ligação e regularização não poderão permanecer sujeitas ao tráfego de obra durante um tempo significativo de modo a evitar-se a introdução de danos significativos nas características mecânicas do material e o comprometimento da sua capacidade estrutural, por excesso de solicitação (sobrecargas). Assim, deverá o Empreiteiro promover as medidas adequadas para minimizar o tráfego de obra sobre aquelas camadas, que terão de ser cobertas tão cedo quanto for possível.

9 - Juntas de trabalho

É obrigatória a execução de juntas de trabalho transversais entre os troços executados em dias consecutivos e, no caso de se proceder à aplicação por meias-faixas, de juntas longitudinais, umas e outras de modo a assegurar a ligação perfeita das secções executadas em ocasiões diferentes.

As juntas de trabalho (longitudinais e transversais) serão executadas por serragem da camada já terminada, para que o seu bordo fique vertical. O seu corte deve ser realizado preferencialmente com recurso a meios mecânicos, como por exemplo, uma serra de disco diamantado.

Os topos, já cortados, do troço executado anteriormente, deverão ser limpos e pintados levemente com emulsão do tipo das indicadas em “Materiais Constituintes das Misturas Betuminosas” ponto 3.4, iniciando-se depois o espalhamento das misturas betuminosas do novo troço. Igualmente deverão ser pintadas com emulsão todas as superfícies de contacto da mistura com caixas de visita, lancis, etc.

Quando se execute uma sequência de várias camadas, deverá haver a preocupação de desfasar as juntas de trabalho, no caso das juntas transversais deverá ser no mínimo de 5,0 m e nas longitudinais no mínimo de 0,15 m.

A execução de juntas longitudinais a frio deverão ser evitadas, pelo menos na camada de desgaste e no caso de terem que ser criadas deverá haver a preocupação destas não coincidirem com a zona de circulação dos veículos, mas sim com as zonas de pintura.

10 - Equipamentos

O Empreiteiro deverá dispor e manter em boas condições de serviço o equipamento apropriado para o trabalho, o qual será previamente submetido à apreciação da Fiscalização com entrega de documentos comprovativos da última revisão.

O equipamento deverá, quando for caso disso, ser montado no local previamente aceite pela Fiscalização com a suficiente antecipação sobre o início da obra, de modo a permitir uma cuidadosa inspecção, calibragem dos dispositivos de medição, ajustamento de todas as peças e execução de quaisquer trabalhos de conservação e/ou reparação, que se mostrem necessários para a garantia do trabalho com qualidade satisfatória.

Com aquele objectivo, aquando da apresentação do estudo de composição, o Empreiteiro fornecerá à Fiscalização um "dossier" técnico, que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível de:

- Localização da área de implantação da central e respectivo “lay-out” e planos de armazenamento de agregados e fíleres;
- Tipo e capacidade da central betuminosa, bem como componentes e dispositivos de controlo da mesma;
- Meios de transporte, justificando o número de unidades;
- Tipos e capacidades dos equipamentos a utilizar no espalhamento e compactação das misturas e justificação;
- Dimensionamento dos meios humanos, com indicação dos responsáveis técnicos pelas unidades de fabrico e de transporte, espalhamento e compactação.

Em obras em que a medição das quantidades é feita em peso, a Fiscalização poderá impor a instalação de balanças com características apropriadas para a pesagem das viaturas de transporte das misturas betuminosas, junto da central de fabrico, não tendo o Empreiteiro direito a qualquer pagamento pela eventual implementação da referida medida, a menos que no projecto esteja contemplada a instalação de tais dispositivos, a coberto de rubricas orçamentais específicas.

3.1.3 - Camada de desgaste

O Quadro II.17.3 especifica as condições de execução da camada de desgaste. São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em I.20 - 3.3.4 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado no ponto 3.1.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 3.1.4 - Especificações e critérios de aceitação / rejeição para unidades terminadas.

QUADRO II.17.3 – EXECUÇÃO DA CAMADA DE DESGASTE

Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em II.17 - 3.1.2.		
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em II.17 - 3.1.2 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em II.17 - 3.1.2 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em I.20 -.3.3.1, para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em II.17- 3.1.2 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em I.20 -.3.3.1, para a mistura em causa.
Transposição para a central	Especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2		
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2	Para além dos procedimentos referidos em II.17 - 3.1.2, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 4,0 %; ■ uas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,0%) De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor da porosidade e da resistência conservada da mistura aplicada, definidos em I.20 - .3.3.1 para a mistura em causa. Os valores da permeabilidade à água, medida com o permeâmetro LCS deverão estar compreendidos entre 10 e 30 segundos. Caso se verifique que ambas as percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa, será adoptada a menor.	Para além dos procedimentos referidos em II.17 - 3.1.2, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 5,0 %; ■duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (5,0%) De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor da porosidade e da resistência conservada da mistura aplicada, definidos em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa. Caso se verifique que ambas as percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa, será adoptada a menor.
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,05 m. O nivelamento deve ser efectuado com sistema manual, com espessura constante. Após as operações de limpeza, far-se-á a aplicação de uma rega de colagem que será em emulsão betuminosa mencionada em I.21. aplicada a uma taxa de betume residual de 350 a 400 g/m^2. O fabrico deste tipo de misturas betuminosas deverá ser efectuado de preferência numa central de tipo descontínua, ou do tipo contínuo desde que com controlo ponderal da dosagem de finos em báscula individual e com a capacidade necessária de dosificação da fracção mais fina, com um rendimento tal que assegure um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. A temperatura de fabrico destas misturas deverá ser mais elevada, da ordem de 160 a 180ºC (cerca de 20 ºC superior à das misturas tradicionais), em virtude da elevada viscosidade do betume modificado. No entanto, a temperatura não deverá exceder os 190ºC, de modo a evitar a degradação do próprio polímero e a oxidação do betume, pelo que deverão ser tomadas as precauções necessárias.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,025 e 0,035 m. O nivelamento deve ser efectuado com sistema manual, com espessura constante. Após as operações de limpeza, far-se-á a aplicação de uma rega de colagem que será em emulsão betuminosa mencionada em I.21, aplicada a uma taxa de betume residual de 350 a 400 g/m^2. O fabrico deste tipo de misturas betuminosas deverá ser efectuado de preferência numa central de tipo descontínua, ou do tipo contínuo desde que com controlo ponderal da dosagem de finos em báscula individual e com a capacidade necessária de dosificação da fracção mais fina, com um rendimento tal que assegure um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. A temperatura de fabrico destas misturas deverá ser mais elevada, da ordem de 160 a 180ºC (cerca de 20 ºC superior à das misturas tradicionais), em virtude da elevada viscosidade do betume modificado. No entanto, a temperatura não deverá exceder os 190ºC, de modo a evitar a degradação do próprio polímero e a oxidação do betume, pelo que deverão ser tomadas as precauções necessárias. O tempo de transporte das misturas betuminosas deverá ser o menor possível, de modo a evitar a segregação do material, o escorrimento do betume modificado e o arrefecimento da mistura. O número de camiões deverá ser tal que assegure também um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. Os camiões deverão ser

Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)
		O tempo de transporte das misturas betuminosas deverá ser o menor possível, de modo a evitar a segregação do material, o escorrimento do betume modificado e o arrefecimento da mistura. O número de camiões deverá ser tal que assegure também um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. Os camiões deverão ser obrigatoriamente cobertos, pois em virtude de a mistura ser de granulometria descontínua a perda de temperatura é superior à das misturas convencionais. O espalhamento das misturas deverá ser efectuado por duas pavimentadoras de grande largura em paralelo, capazes de estender as misturas betuminosas em perfeitas condições e de forma a abranger a largura da faixa de rodagem. A temperatura de compactação deste tipo de material, com betume modificado, será da ordem de 140 ºC a 160 ºC. Esta operação não poderá ser efectuada para temperaturas do ar inferior a 10 ºC, tempo chuvoso ou velocidades do vento excessivas (superiores a 30 km/h). O equipamento de compactação deve ser constituído por cilindros de rasto liso estáticos, de 10 a 12 tf, molhados de modo a evitar a aderência do ligante betuminoso aos rolos. Geralmente, são necessárias poucas passagens de cilindros, não sendo permitida a utilização de cilindros de pneus. Nas zonas onde a inclinação transversal é nula, deverá ser executada anhuragem na camada de regularização, com sulcos espaçados de 2 em 2 metros, com uma espessura de 1 cm e profundidade variável (média de 4 cm). Estes sulcos ficarão localizados em um e outro lado em relação ao ponto zero da inclinação transversal, numa extensão de 25 metros para cada lado. Nas zonas onde a inclinação longitudinal for superior a 4% deverão ser colocados drenos do tipo Asphadrain 60x16 ou equivalente, de 100 em 100 metros, ao longo da descida; e, ainda, junto aos viadutos e às passagens inferiores.	obrigatoriamente cobertos, pois em virtude de a mistura ser de granulometria descontínua a perda de temperatura é superior à das misturas convencionais. O espalhamento das misturas deverá ser efectuado por duas pavimentadoras de grande largura em paralelo, capazes de estender as misturas betuminosas em perfeitas condições e de forma a abranger a largura da faixa de rodagem. A temperatura de compactação deste tipo de material, com betume modificado, será da ordem de 140 ºC a 160 ºC. Esta operação não poderá ser efectuada para temperaturas do ar inferior a 10 ºC, tempo chuvoso ou velocidades do vento excessivas (superiores a 30 km/h). O equipamento de compactação deve ser constituído por cilindros de rasto liso estáticos, de 10 a 12 tf, molhados de modo a evitar a aderência do ligante betuminoso aos rolos. Geralmente, são necessárias poucas passagens de cilindros, não sendo permitida a utilização de cilindros de pneus.

Procedimentos	Tipo de mistura	
	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em II.17 - 3.1.2	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em II.17 - 3.1.2 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em II.17 - 3.1.2 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas para a mistura em causa.
Transposição p/ central	Especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2	
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2	Especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,06 m. A incrustação com recurso a agregados de fracção granulométrica 10/14 mm, no betão betuminoso aplicado

Procedimentos	Tipo de mistura	
	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros
		em camada de desgaste, deverá cumprir as seguintes disposições: Os agregados serão secos a menos de 0,5% de teor em água residual e pré-envolvidos, em central adequada para fabrico de betão betuminoso, de acordo com o definido em I.20 - 3.3.1; Os agregados pré-envolvidos serão transportados por viaturas obrigatoriamente cobertas, só podendo ser espalhados e iniciado o processo de compactação desde que a temperatura do betão betuminoso onde vão ser incrustados se mantiver acima dos 135 ºC para betumes 50/70 e 140 °C para betumes 35/50; O espalhamento será tão uniforme quanto possível, sem no entanto se recobrir completamente o betão betuminoso, e deverá ser executado imediatamente depois do espalhamento daquela mistura, antes de se iniciar a operação de compactação. O espalhamento poderá ser efectuado por dois tipos de gravilhadora: as que circulam sobre o betão betuminoso e as que circulam apoiadas de um e outro lado da faixa pavimentada. Devem apresentar, ainda, uma fraca altura de queda dos agregados e uma velocidade de avanço suficientemente baixa, compatível com a da pavimentadora; A operação de compactação do conjunto "agregado / betão betuminoso" deve ser realizada tão rapidamente quanto possível, e iniciando-se com recurso a cilindros de rasto liso de 8 a 12 t, seguindo-se o processo de compactação da mistura como habitualmente; Nos pavimentos ladeados com lancis deverá garantir-se uma largura junto aos bordos superior a 0,15 m sem agregados incrustados, de forma a facilitar a drenagem da água superficial para o sistema de drenagem; O mesmo se aconselha para as zonas limítrofes das faixas de rodagem aonde se localizarão as pinturas correspondentes à sinalização horizontal; Deverá garantir-se o espalhamento dos agregados nas zonas das juntas longitudinais e transversais em tempo útil para poderem ser correctamente incrustadas; Antes da entrada em serviço do pavimento, deverá proceder-se a uma operação de limpeza dos agregados soltos com recurso a vassouras mecânicas apropriadas ou a camiões-aspiradores.

Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
Produção, transporte, espalhamento e compactação	Estas misturas devem ser fabricadas em centrais descontínuas devendo a temperatura de fabrico estar compreendida entre 175 ºC e 190 ºC. Nas demais disposições de fabrico serão respeitadas as especificações deste Caderno de Encargos.	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em II.17 - 3.1.2 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa. O estudo de formulação da mistura deve incluir o estudo de formulação do betume modificado com borracha, tendo em conta o betume base e o granulado de borracha a utilizar. Deste estudo devem constar (incluindo os respectivos boletins de ensaio): a) Características do betume base a modificar e respectiva origem; b) Características físicas do granulado de borracha e respectiva origem; c) Quantidade do granulado de borracha a adicionar ao betume base; d) Tempo e temperatura de reacção e fornecimento com indicação dos valores máximo e mínimo admissíveis; e) Temperatura a respeitar durante a adição da borracha ao betume base, com indicação dos valores máximo e mínimo admissíveis; f) Propriedades físicas do betume modificado: Viscosidade, Penetração e Temperatura de anel e bola; g) Deverá ser apresentada a correlação entre a viscosidade Brookfield e Haeke, caso esta última venha a ser utilizada em obra para caracterização da viscosidade; h) Temperatura de compactação.	
Transposição para a central	Especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2	
Execução do trecho experimental	O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2, devendo ser testadas, no máximo, duas misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo.	

Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.	
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,025 e 0,04 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O Empreiteiro obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,06 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual. A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O Empreiteiro obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora.
Particularidades do processo construtivo	O Empreiteiro deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação, antes da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.ºC, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10ºC os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.	O Empreiteiro deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 a 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação, antes da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.ºC, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10ºC os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Empreiteiro com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos.		
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em II.17 - 3.1.2	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em II.17 - 3.1.2 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa.	

Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
Transposição para a central	Especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2	
Execução do trecho experimental	O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2, devendo ser testadas no mínimo três misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 5,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (5,0%). De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha o valor da porosidade, da resistência conservada e do cântabro húmido definidos em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa. Caso se verifique que duas das percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa, será adoptada a menor. Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.	O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em II.17 - 3.1.2., devendo ser testadas no mínimo três misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 4,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,0%). De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha os valores da porosidade e da resistência conservada definidos em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa. Caso se verifique que duas das percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em I.20 -.3.3.1 para a mistura em causa, será adoptada a menor. Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,04 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O Empreiteiro obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora. O Empreiteiro deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,04 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O Empreiteiro obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora. O Empreiteiro deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. Este tipo de mistura tem uma maior aderência que as misturas convencionais. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta,

Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. Este tipo de mistura tem uma maior aderência que as misturas convencionais. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores – utilizado com o objectivo de retirar "vincos" – deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. A compactação será muito difícil se a temperatura da mistura for inferior a 120 ºC. Assim, a temperatura de compactação será da ordem dos 135 a 160 ºC, com a compactação principal a terminar até se alcançarem os 130 ºC, alcançarem os 115 ºC.	devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores – utilizado com o objectivo de retirar "vincos" – deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. A compactação será muito difícil se a temperatura da mistura for inferior a 120 ºC. Assim, a temperatura de compactação será da ordem dos 135 a 160 ºC, com a compactação principal a terminar até se alcançarem os 130 ºC, devendo a compactação de superfície terminar até se alcançarem os 115 ºC.
Particularidades do processo construtivo	Em caso algum, mesmo durante o fabrico, a temperatura da mistura poderá exceder os 180 ºC Se a temperatura ambiente for inferior a 15.ºC, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente ou da camada inferior for menor ou igual a 10ºC os trabalhos devem ser imediatamente suspensos pois a mistura arrefecerá muito rapidamente e será muito difícil a sua colocação em obra. Caso se utilizem solventes na determinação da quantidade de betume, o valor que se obtém corresponderá ao betume e ao extracto solúvel de borracha, mais a parte fina do pó de borracha que pode passar através do papel de filtro ou do peneiro de extracção. Por este motivo a quantidade efectiva de betume será ligeiramente inferior ao valor obtido no ensaio. Caso se utilize o método da combustão a quantidade de betume efectiva deverá será análoga ao valor obtido no ensaio. Por este motivo será necessário efectuar uma calibração prévia do procedimento adoptado, incorporando ao betume, em laboratório, uma quantidade conhecida de borracha. A posterior extracção do betume ou recuperação de agregados com o procedimento que se utilizará no controlo de qualidade permitirá determinar o coeficiente de calibração. Este coeficiente deverá ser comprovado em amassaduras de prova.	Em caso algum, mesmo durante o fabrico, a temperatura da mistura poderá exceder os 180 ºC Se a temperatura ambiente for inferior a 15.ºC, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente ou da camada inferior for menor ou igual a 10ºC os trabalhos devem ser imediatamente suspensos pois a mistura arrefecerá muito rapidamente e será muito difícil a sua colocação em obra. Caso se utilizem solventes na determinação da quantidade de betume, o valor que se obtém corresponderá ao betume e ao extracto solúvel de borracha, mais a parte fina do pó de borracha que pode passar através do papel de filtro ou do peneiro de extracção. Por este motivo a quantidade efectiva de betume será ligeiramente inferior ao valor obtido no ensaio. Caso se utilize o método da combustão a quantidade de betume efectiva deverá será análoga ao valor obtido no ensaio. Por este motivo será necessário efectuar uma calibração prévia do procedimento adoptado, incorporando ao betume, em laboratório, uma quantidade conhecida de borracha. A posterior extracção do betume ou recuperação de agregados com o procedimento que se utilizará no controlo de qualidade permitirá determinar o coeficiente de calibração. Este coeficiente deverá ser comprovado em amassaduras de prova.

3.1.4 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Todos os ensaios definidos no presente item constituem encargo do Empreiteiro.

A verificação da conformidade da unidade terminada será efectuada por lotes, segundo a definição apresentada no início do presente capítulo. Em cada lote serão extraídos tarolos (carotes) em pontos aleatoriamente seleccionados, em número não inferior a cinco (5) em que serão determinados a porosidade e a espessura, a aderência, entre outros, segundo o especificado nos parágrafos seguintes.

A regularidade superficial de cada lote será controlada 24 horas após a execução da camada e sempre previamente à execução da camada seguinte, de acordo com o especificado em 1.4 do presente item.

As camadas de desgaste terão uma segunda fase de verificação de conformidade após a conclusão dos trabalhos e antes da recepção provisória da obra, designada por “Caracterização Final do Pavimento” (ver item 2). Só após a verificação da conformidade no final desta fase se poderá proceder à aceitação da camada de desgaste. Os ensaios a efectuar nesta fase serão:

- Avaliação da irregularidade longitudinal superficial com determinação do IRI em toda a extensão da obra e antes da abertura ao tráfego, segundo o procedimento referido em 1.4.
- Avaliação da macrotextura superficial, segundo o procedimento referido em 1.6;
- Avaliação do coeficiente de atrito, segundo o procedimento mencionado em 1.7;
- Avaliação da capacidade estrutural do pavimento construído, segundo o procedimento referido em 2.4.

Nos itens seguintes serão apresentados os parâmetros e respectivos valores que deverão ser verificados e cumpridos para a aceitação de um lote de uma determinada camada constituída por uma mistura betuminosa a quente. No caso dos parâmetros IRI, rugosidade e coeficiente de atrito da camada de desgaste, a sua avaliação poderá realizar-se-á apenas após a conclusão da camada de desgaste em toda a extensão da obra, no âmbito da Caracterização Final do Pavimento.

Não obstante o presente caderno de encargos definir critérios de aceitação/rejeição que, para determinadas condições, pressupõe a aceitação de camadas associadas a penalizações financeiras, é sempre prorrogativa do Empreiteiro rejeitar essa camada desde que a mesma não verifique os requisitos de conformidade definidos.

1 - Verificação da conformidade por lote no decorrer da obra
1.1 - Características Gerais da Mistura

Os resultados obtidos com a análise granulométrica dos agregados e para a percentagem de ligante devem obedecer às tolerâncias definidas no ponto 4.4 de II.17 - 3.1.2. As restantes características devem obedecer ao definido em “Materiais Para Misturas Betuminosas a Quente”.

1.2 - Espessura das camadas

As camadas de regularização, dado terem espessura variável não são abrangidas pelas especificações apresentadas no presente item.

a) Requisitos de conformidade

A espessura média de cada camada não deverá ser inferior ao especificado em projecto e não mais de dois provetes em cada lote poderão apresentar valores individuais de espessura que sejam inferiores ao especificado em mais de 10 %.

b) Critérios de aceitação/rejeição

Se as espessuras médias avaliadas para cada lote ou fracção de lote (neste último caso a definir pela Fiscalização), por medição em tarolos, não cumprirem o especificado em projecto poderá proceder-se da seguinte forma:

b1) Camadas de base

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 80% do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado e executada uma nova camada por conta do Empreiteiro;

Se a espessura média for superior a 80 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a espessura deficitária será compensada na camada seguinte, a custas do Empreiteiro.

b2) Camadas de ligação

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 90 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Empreiteiro, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada. Caso não hajam problemas de gabarit ou de sobrecarga de estruturas poderá também pôr-se a hipótese de executar nova camada sobre a camada rejeitada;

Se a espessura média for superior a 90 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão:

$$\text{valor da penalização} = \left[P_{unit} - \left(P_{unit} \times \frac{e_{real}}{e_{proj}} \right) + (P_{unit} \times 0{,}20) \right] \times A$$

em que:

$P_{unit} \equiv$ preço unitário da camada;
$e_{real} \equiv$ espessura medida em obra;
$e_{proj} \equiv$ espessura preconizada em projecto;
$A \equiv$ área do lote ou da fracção do lote não conforme.

b3) Camadas de desgaste

Se a espessura média for superior a 92 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão [1];

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 92% do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Empreiteiro, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada. Caso não hajam problemas de gabarit ou de sobrecarga de estruturas poderá também pôr-se a hipótese de executar nova camada sobre a camada rejeitada;

Para além do controlo da espessura de cada camada betuminosa deverá ser efectuado o controlo da espessura total de misturas betuminosas.

c) Requisitos de conformidade

A espessura total de misturas betuminosas será igual à preconizada em projecto e não mais de dois provetes em cada lote poderão apresentar valores individuais de espessura inferiores à espessura preconizada em projecto.

d) Critérios de aceitação/rejeição

Se a espessura média total de misturas betuminosas num determinado lote ou fracção for inferior ao especificado em projecto poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se a espessura média de um lote for superior ou igual a 95% da espessura preconizada em projecto, a fracção do lote não conforme (área a definir pela Fiscalização) poderá ser aceite mediante a aplicação de uma penalização equivalente a 20% do preço unitário da camada de desgaste;
- Se a espessura média de um lote for inferior a 95% da espessura preconizada em projecto, fracção do lote não conforme (área a definir pela Fiscalização) caberá ao Empreiteiro apresentar para aprovação da Fiscalização uma proposta para resolução da não conformidade.

A espessura total de misturas betuminosas será avaliada aquando da extracção de tarolos para avaliação da espessura da camada de desgaste. Por esta razão aqueles tarolos deverão intersectar todas as camadas de misturas betuminosos e não, apenas, a camada de desgaste.

1.3 - Porosidade
a) Requisitos de conformidade

Para a aprovação de cada lote terão de ser cumpridos os critérios apresentados no Quadro II.17.4 relativos à porosidade.

QUADRO II.17.4 – REQUISITOS PARA OS VALORES DE POROSIDADE

Requisitos / Propriedades	**Unid.**	**Utilização**						
		AC32 (MB)	AC20 (MB) **AC20bin (MB)** AC20bin (MBD) AC20reg (MB) AC20reg (MBD) AC10surf (mBBr) AC14surf (BBr) AC4 (AB). MBR-BBA MBR-BBM	AC20 (MBAM)	AC16bin (MBAM)	AC14bin (BB) AC14reg (BB) AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBA – BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Calculada com base na baridade máxima teórica determinada pelo método do picnómetro de vácuo para a percentagem óptima de betume, ou pelo método geométrico, de acordo com o especificado em I.20.						
Porosidade média de um lote	%	4 - 8	3 – 8	2 - 8	2 - 7	3 - 7	22 - 32	12 - 20
Porosidade individual de cada tarolo	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 9	≤ 9	22 - 34	12 - 22

b) Critérios de aceitação/rejeição

A porosidade média de cada lote terá que enquadrar-se no intervalo de valores especificados no Quadro II.17.4. Acresce que não mais de um provete em cada lote poderá apresentar valor individual de porosidade desenquadrado com os limites estabelecidos para a porosidade média do lote e para a porosidade individual de cada tarolo. Se o valor médio da porosidade obtido para um lote ou fracção de lote diferir dos valores especificados poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se a porosidade média diferir em menos de dois pontos percentuais relativamente aos limites superiores especificados (Quadro II.17.4), a camada será aceite mediante a aplicação de uma penalização

económica que resultará da aplicação da expressão (sendo P_{unit} o preço unitário da camada, e "A" a área do lote ou da fracção do lote não conforme):

Valor da penalização = 0,20 x P_{unit} x A

- Se a porosidade média diferir em mais de dois pontos percentuais relativamente aos limites superiores estabelecidos, ou inferior aos valores mínimos estabelecidos, a camada será removida por fresagem e reposta por conta do Empreiteiro.

1.4 - Regularidade superficial
1.4.1 - Controlo topográfico
a) Requisitos de conformidade

Será efectuado o controlo topográfico face aos perfis transversais e longitudinal de projecto, de cada uma das camadas betuminosas efectuadas, de modo a controlar as cotas e a largura da camada executada. No eixo e bordos dos perfis transversais serão dispostas marcas de referência niveladas ao milímetro em relação ao projecto, cujo afastamento não deve exceder metade da distância entre os perfis de projecto.

A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com um perfil transversal correcto e livre de depressões, alteamentos e vincos, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 0,015 m em relativamente aos elementos estabelecidos no projecto.

As tolerâncias altimétricas nunca poderão comprometer a espessura total da estrutura de pavimento.

A largura do pavimento será comprovada a cada 12,5 m, não podendo em caso algum ser inferior à estabelecida no projecto.

1.4.2 - Regularidade longitudinal e transversal
a) Requisitos de conformidade

A regularidade da camada deverá ser avaliada em pontos afastados de 25 m recorrendo a uma régua fixa (caso da regularidade transversal) ou móvel (para a regularidade longitudinal) com 3 m de comprimento. Os valores medidos por lote deverão cumprir os critérios de regularidade definidos no Quadro II.17.5.

QUADRO II.17.5 – CRITÉRIOS DE REGULARIDADE PARA CAMADAS EM MISTURAS BETUMINOSAS QUANDO NÃO SE PROCEDA À DETERMINAÇÃO DO IRI

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Camada de desgaste	1ª camada e seguintes subjacentes à camada de desgaste
Especificidades de utilização		Avaliação da irregularidade por meio de régua de 3 metros com um espaçamento de 25 m	
Irregularidades máximas	mm	≤ 4	≤ 8

b) Critérios de aceitação/rejeição

As incorrecções verificadas nas camadas subjacentes à camada de desgaste deverão ser rectificadas com a execução das camadas que a antecedem;

Caso não seja possível compensar nas camadas subsequentes, o Empreiteiro deverá propor uma solução para a rectificação da não conformidade, sendo no entanto sempre da sua inteira responsabilidade a verificação dos requisitos de conformidade relativamente à regularidade da camada de desgaste;

Nota: Caso o Empreiteiro assim o entenda poderá proceder à avaliação da irregularidade longitudinal de cada camada por medição em contínuo segundo o especificado em 2.1.

1.5 - Aderência entre camadas

Não serão aceites os lotes em que os tarolos venham a revelar a não existência de colagem ou de uma colagem deficiente entre quaisquer duas camadas betuminosas, comprovada in situ pelo desprendimento de uma ou mais secções dos tarolos extraídos.

1.6 - Macrotextura
a) Requisitos de conformidade

A superfície de qualquer camada em mistura betuminosa a quente deverá apresentar uma macrotextura homogénea, uniforme e isenta de segregações.

No decorrer da obra, a macrotextura poderá ser determinada pelo método volumétrico da mancha (anexo A da ISO 10844:1994) caso o Empreiteiro entenda adequado proceder à aferição prévia dos valores de macrotextura que a camada de desgaste irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento, única determinação com função de aceitação/rejeição da camada. O espaçamento recomendado entre cada ensaio será de 100 m, ao longo da rodeira externa de cada lote e recorrendo à realização de ensaios de altura de areia (MTD) – método da mancha volumétrica. Os resultados assim obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro II.17.6.

QUADRO II.17.6 – VALORES MÍNIMOS DE MACROTEXTURA SUPERFICIAL A OBTER EM FASE DE OBRA COM O MÉTODO VOLUMÉTRICO DA MANCHA EM CAMADAS DE DESGASTES

Requisitos/Propriedades	Unid.	Utilização					
		AC10 surf (mBBr)	AC14surf (BBr)	AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBR-BBA MBR-BBM	MBA-BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Determinação da profundidade de textura pelo método volumétrico da mancha (MTD)					
MTD - profundidade média de textura	mm	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 0,7	≥ 1,2	≥ 1,0	≥ 1,1

1.7 - Coeficiente de atrito
a) Requisitos de conformidade

No decorrer da execução da camada o coeficiente de atrito poderá ser avaliado por meio da realização de ensaios a efectuar com o pêndulo britânico (EN 13036-4) caso o Empreiteiro entenda adequado proceder à aferição prévia dos valores de coeficiente de atrito que a camada irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento, única determinação com função de aceitação/rejeição.

Recomenda-se que estes ensaios sejam realizados de 100 em 100 m, com um deslizador grande munido com borracha CEN e utilizando a Escala C. Os valores assim obtidos terão como única função a previsão

do coeficiente de atrito pontual Nas condições expostas os resultados obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro II.17.7.

QUADRO II.17.7 – VALORES DE COEFICIENTE DE ATRITO PONTUAL (PENDULUM TEST VALUE)

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
Especificidades de utilização		Ensaio com o pêndulo britânico; Deslizador grande com borracha CEN; Escala C
Coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)	PTV	≥ 60

2 - Verificação da camada por lote em toda a extensão da camada de desgaste após a conclusão da obra – Caracterização Final do Pavimento

Para efeitos de Caracterização Final do Pavimento um lote corresponde a 500 m de extensão em cada uma das vias existentes. No que se refere aos ensaios efectuados em contínuo considerar-se-á como valor individual o valor correspondente à média num trecho de 100 m.

A Caracterização Final do Pavimento será realizada em toda a extensão da obra após conclusão de todos os trabalhos no pavimento e antes da abertura ao tráfego. O respectivo relatório deverá ser entregue antes da recepção provisória da obra e dele deverá constar a identificação dos locais de ensaio, a descrição do equipamento utilizado na realização dos ensaios, a indicação da metodologia adoptada e os valores registados, relativamente aos seguintes parâmetros a avaliar:

- Determinação do Índice de Irregularidade Internacional – IRI;
- Macrotextura superficial;
- Coeficiente de atrito;
- Capacidade estrutural do pavimento construído.

Nota: A avaliação da capacidade estrutural só será efectuada para obras em que a estrutura de pavimentação seja construída na íntegra e em obras de beneficiação em que haja um reforço de misturas betuminosas superior a 0,10 m.

Para todas as medições em contínuo deverão ser elaborados gráficos que ilustrem a variação do parâmetro em causa ao longo de toda a extensão ensaiada, para além dos cálculos necessários à avaliação por lote.

2.1 - Índice de Irregularidade Longitudinal – IRI

A avaliação da irregularidade longitudinal da camada de desgaste deverá proceder-se, no final de todos os trabalhos de pavimentação, por medição em contínuo recorrendo a equipamentos munidos de sensores tipo laser (geralmente do tipo multifunção) que permitam o levantamento do perfil longitudinal da superfície e a obtenção do IRI (Índice de Irregularidade Internacional), ou a equipamentos tipo APL (Analyseur du Profil en Long). A medição da irregularidade longitudinal deverá ser efectuada ao longo da rodeira externa ou, preferencialmente ao longo das duas rodeiras de cada um dos lotes ensaiados.

Os valores de IRI são calculados por troços de 100 m e o valor médio obtido nas duas rodeiras por cada troço de 100 m será o representativo desse troço.

Nota: não se deverá confundir troço (100 m) com lote. Por exemplo em cada lote de 500 metros de extensão existirão 5 ou 10 valores de IRI (consoante o ensaio seja efectuado ao longo de uma ou de duas rodeiras) correspondentes à média por troços de 100 m.

Não deverão ser utilizados equipamentos que efectuem a medição da irregularidade com base na resposta da suspensão de um veículo (designados por equipamentos tipo "resposta"), atendendo às limitações que estes equipamentos apresentam. Considera-se desejável o fornecimento dos resultados em termos de perfil longitudinal da superfície segundo o alinhamento ensaiado, para além dos valores do IRI por troços de 100 m, de modo a poderem visualizar-se quaisquer deficiências pontuais existentes na superfície, facilitando a sua localização e tendo em vista a posterior correcção das mesmas quando se justifique.

a) Requisitos de conformidade

Na irregularidade longitudinal devem ser respeitados os valores admissíveis para o IRI (Índice de Irregularidade Internacional) definidos nos Quadros II.17.8 ou II.17.9.

QUADRO II.17.8 – VALORES ADMISSÍVEIS DE IRI (M/KM), CALCULADOS POR TROÇOS DE 100 m

Requisito/Propriedade		Unid.	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão do lote		
			50%	80%	100%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 3,0
	1ª camada sob a camada de degaste		≤ 2,5	≤ 3,5	≤ 4,5
	2ª camada e seguintes sob a camada de desgaste		≤ 3,5	≤ 5,0	≤ 6,5

QUADRO II.17.9 – VALORES ADMISSÍVEIS DE IRI (M/KM) CALCULADOS POR TROÇOS DE 100 m EM PAVIMENTOS REABILITADOS COM ESPESSURA DE MISTURAS BETUMINOSAS IGUAL OU INFERIOR A 0,10 m

Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão do lote		
			50%	80%	100%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 3,5

Aos valores apresentados nos Quadros II.17.8 ou II.17.9 aplica-se a classificação do Quadro II.17.10.

QUADRO II.17.10 – CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE IRI

Muito Bom	Excede largamente os parâmetros exigidos
Bom	Cumpre os parâmetros exigidos excepção feita à percentagem da extensão do traçado com valores inferiores a 3,0 e 3,5, que deverá ser superior ou igual a 95%
Razoável	Cumpre os parâmetros exigidos, excepção feita às percentagens de extensão do traçado com valores inferiores a 1,5 e 2,0 e 3,0 e 3,5, onde se admitem respectivamente as percentagens de 40 e 90
Medíocre	Não cumpre as exigências anteriores (razoável), mas apresenta valores de IRI de 1,5; 2,5 e 3,0 e 2,0, 3,0 e 3,5 em percentagens do traçado superiores a 15, 60 e 85, respectivamente
Mau	Não cumpre os parâmetros exigidos nas classificações anteriores

Do relatório final deverá constar a representação do perfil longitudinal da superfície, bem como os valores individuais de IRI (médias por trechos de 100 m), ao longo dos alinhamentos ensaiados.

b) Critérios de aceitação/rejeição

Se os resultados da avaliação da irregularidade superficial por cada lote ou fracção da camada terminada excederem os valores limites especificados deverá proceder-se do seguinte modo:

- Para camadas de desgaste drenantes, o lote será removido e o material levado a operador de resíduos licenciado e será executada uma nova camada por conta do Empreiteiro.

- Para os restantes casos de camadas de desgaste: a) se os resultados obtidos excederem os limites estabelecidos nos Quadros II.17.8 ou II.17.9 para os valores de IRI em 10 %, esta poderá ser aceite mediante a aplicação de uma penalização calculada de acordo com a expressão [2]; b) se os resultados da irregularidade superficial da camada acabada excederem os limites estabelecidos nos Quadros II.17 - 8 ou II.17 - 9 para os valores de IRI em 10 %, a camada não conforme será removida, o material levado a operador de resíduos licenciado e executada por conta do Empreiteiro uma nova camada de mistura betuminosa.

2.2 - Macrotextura

Será efectuada uma campanha para medição em contínuo da profundidade de textura da camada de desgaste, recorrendo a equipamentos tipo laser, quer se trate de equipamentos de operação manual ou de equipamentos multifunções, acoplados a um veículo. Esta avaliação será efectuada ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

A macrotextura superficial deverá ser avaliada pela determinação da profundidade média do perfil – MPD (NP ISO 13473-1).

a) Requisitos de conformidade

Os resultados obtidos por lotes deverão cumprir as exigências especificadas no Quadro II.17.11.

QUADRO II.17.11 – VALORES MÍNIMOS DE PROFUNDIDADE MÉDIA DE TEXTURA SUPERFICIAL A OBTER POR LOTE EM CAMADAS DE DESGASTE POR MEDIÇÃO EM CONTÍNUO

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização					
		AC10 surf (mBBr)	AC14surf (BBr)	AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBR-BBA MBR-BBM	MBA-BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Valores de MPD por trechos de 100 metros					
MPD - profundidade média do perfil	mm	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 0,63	≥ 1,25	≥ 1,0	≥ 1,13

b) Critérios de aceitação/rejeição

O valor médio do ensaio em cada lote não será inferior ao valor preconizado no Quadro II.17.7. Apenas um valor individual (valor médio por trechos de 100 m) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 25 % àquele valor.

Se o valor médio por lote ou fracção for inferior ao valor especificado no Quadro II.17.7 poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for superior ou igual a 90% do valor preconizado será aplicada uma penalização económica que será calculada de acordo com a expressão [2];
- Se o valor médio for inferior a 90% do valor preconizado, o lote não conforme será removido por fresagem, levado a operador de resíduos licenciado e será executada nova camada na mistura betuminosa correspondente por conta do Empreiteiro.

2.3 - Coeficiente de atrito

A medição do coeficiente de atrito será efectuada em contínuo, com piso molhado, ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

Esta medição deverá ser efectuada a uma velocidade de 50 km/h recorrendo a equipamentos tipo SCRIM ou tipo GRIP TESTER que deverão ser munidos de sistema de rega automática, de forma a garantir uma película de água com 0,5 mm de espessura sobre a superfície ensaiada.

Admite-se a utilização de equipamentos distintos dos anteriormente referidos desde que o Empreiteiro apresente correlações comprovadas entre os resultados obtidos com o equipamento utilizado e os equipamentos SCRIM ou GRIP TESTER. Nestas circunstâncias as condições de ensaio poderão ser também ajustadas ao respectivo equipamento desde que devidamente justificadas e fundamentadas.

Em alternativa e somente em casos particulares devidamente definidos e aceites pela Fiscalização, o coeficiente de atrito poderá ser avaliado através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico segundo as condições apresentadas em 1.7.

a) Requisitos de conformidade

Os valores obtidos deverão cumprir o especificado no Quadro II.17.12.

QUADRO II.17.12 – VALORES PARA O COEFICIENTE DE ATRITO EM CONTÍNUO

Requisitos/Propriedades	Unid.	Utilização	
		Equipamento tipo SCRIM (BS 7941-1)	Equipamento tipo GRIP TESTER (BS 7941–2)
Especificidades de utilização		Valor médio por lote. Medição em contínuo a 50 km/h e com uma película de água com 0,5 mm de espessura	
Coeficiente de atrito à velocidade de 50 km/h	–	≥□ 0,50	≥ 0,60

Os agregados que constituem a camada de desgaste, logo após a sua execução, poderão apresentar-se envolvidos por uma película de betume que poderá contribuir para a diminuição do valor registado para o coeficiente de atrito. Assim, se do ensaio efectuado antes da abertura ao tráfego resultarem valores de coeficiente de atrito não conformes, o ensaio para avaliação do coeficiente de atrito será repetido ao fim de três meses de entrada em serviço da via, após a película de betume que envolve os agregados à superfície ser removida pela passagem do tráfego. Esta nova avaliação será objecto de um relatório, a apresentar ao

Empreiteiro até quinze dias após a realização do ensaio, no qual serão apresentados gráficos do registo em contínuo ao longo de toda a extensão ensaiada e os valores de coeficiente de atrito calculados por lotes.

b) Critérios de aceitação/rejeição

O valor médio por lote não poderá ser inferior ao valor mínimo especificado nos Quadros II.17.7 e II.17.12. Apenas um valor individual (média por trechos de 100 m) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 10 % ao valor mínimo estabelecido.

Se o valor médio por lote ou fracção for inferior ao valor mínimo estabelecido nos Quadros II.17.7 e II.17.12 deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for superior a 95% do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 20% do preço unitário da camada;
- Se o valor médio for inferior ou igual a 95% do valor mínimo preconizado a camada não conforme deverá ser removida, o material levado a operador de resíduos licenciado e será executada uma nova camada no lote não conforme, por conta do Empreiteiro.

2.4 - Avaliação da capacidade estrutural

A avaliação da capacidade estrutural só será efectuada para obras em que a estrutura de pavimentação seja construída na íntegra e em obras de beneficiação em que haja um reforço de misturas betuminosas superior a 0,10 m.

A capacidade estrutural do pavimento construído deverá ser avaliada por meio da realização de ensaios com o Deflectómetro de Impacto (FWD) segundo os requisitos indicados no Quadro II.17.13.

No decurso da campanha de ensaios deverão ser registadas as temperaturas do ar e das camadas betuminosas em intervalos não superiores a 1 hora.

QUADRO II.17.13 – REQUISITOS PARA A EXECUÇÃO DOS ENSAIOS COM O DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO

Requisitos/Propriedades		Unid.	Utilização
Especificidades de utilização			Condições de realização do ensaio com deflectómetro de impacto (FWD)
Nível de carga		kN	65
Número de impactos por ponto de ensaio		–	3
Diâmetro da placa de carga		m	0,3
Posição dos geofones relativamente ao centro da área carregada		m	0 - 0,30 - 0,45 - 0,60 - 0,90 - 1,20 - 1,80 - 2,10(1)
Localização dos ensaios		–	Na rodeira externa de cada uma das vias
Afastamento entre pontos de ensaio		m	100 (vias mais solicitadas) 200 (nas restantes vias)
Temperaturas limite das camadas betuminosas para a execução dos ensaios		º C	0 - 30(2)
Termómetros para medição da temperatura	Resolução	ºC	≥ 0,5
	Precisão	ºC	± 1 (no intervalo -10 ºC a + 60 ºC)
Resolução da leitura dos geofones		□m	≥ 1
Resolução da leitura da célula de carga		kN	≥ 0,1

(1) A localização dos geofones poderá variar desde que devidamente fundamentada e na condição de haver geofones às distâncias de 0 – 0,30 – 0,60 e 0,90 m do centro da área carregada
(2) Temperaturas medidas a profundidades ≥ 40 mm

Da análise dos resultados dos ensaios de carga constará um estudo de interpretação dos resultados obtidos, tendo em vista a caracterização estrutural do pavimento executado, do qual deverá constar:

- A normalização das deflexões para o nível de carga utilizado, isto é, para 65 kN;
- Para cada ponto de ensaio deve ser apresentada a seguinte informação: código da localização (por exemplo o pk), a data e hora de registo, as temperaturas do ar, da superfície e do pavimento e as deflexões normalizadas. Após devidamente justificado dever-se-ão eliminar os valores claramente anómalos (por exemplo as medições efectuadas em cima de obras de arte);
- A apresentação de gráficos que explicitem para todos os geofones a variação das deflexões normalizadas ao longo de toda a extensão ensaiada, devidamente referenciados;
- Divisão em trechos homogéneos que serão caracterizados pelo seu coeficiente de variação e pela identificação das deformadas características. Estas corresponderão às deformadas em que as deflexões medidas em cada geofone mais se aproximem do percentil 85% do conjunto de valores medidos em cada trecho homogéneo (admitindo que estes valores seguem uma distribuição normal);
- O cálculo inverso dos módulos de rigidez para cada uma das deformadas características de cada zona homogénea adoptando sempre que aplicável os valores preconizados em fase de projecto. Os módulos assim obtidos terão que ser corrigidos para as temperaturas de projecto;
- Uma análise comparativa com os pressupostos de projecto, devendo ser avaliada a capacidade de carga do pavimento construído, definido em termos de vida restante, assumindo sempre que necessário os pressupostos de projecto.

a) Critérios de aceitação/rejeição

Em cada trecho homogéneo o valor estimado para a vida restante no final do período de dimensionamento não será inferior ao valor considerado no Projecto de Execução.

Se o valor médio da vida restante, por trecho homogéneo, for inferior ao valor estabelecido no Projecto de Execução poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio estimado para a vida restante do pavimento executado for superior a 90 % do valor considerado em projecto, será aplicada uma penalização económica de acordo com a expressão (sendo P_{unit} o somatório do preço unitário das camadas betuminosas, e "A" a área do lote ou da fracção do lote não conforme):

  Valor da penalização = 0,20 x P_{unit} x A

- Se o valor médio estimado para a vida restante for inferior ou igual a 90 % do valor considerado no projecto, o pavimento deverá ser removido, o material levado a operador de resíduos licenciado e executada uma nova estrutura de pavimentação por conta do Empreiteiro.

3.2 - Regas betuminosas de impregnação, colagem ou cura
3.2.1 - Rega de Impregnação Betuminosa

Entende-se por rega de impregnação a aplicação de uma emulsão betuminosa sobre uma base granular de granulometria extensa sobre a qual será executada uma camada de mistura betuminosa. Será dispensada a sua aplicação caso o projecto explicitamente a dispense.

O equipamento a utilizar no espalhamento deve cumprir os requisitos legais para o transporte destes produtos e os requisitos de segurança e saúde necessários. Deve estar munido de um dispositivo de rega automático ou semi-automático que garanta uma distribuição uniforme do ligante à temperatura especificada. Nos casos de difícil acesso ou em situações muito específicas poder-se-á recorrer à distribuição do ligante com equipamento manual.

1 - Reparação da camada para posterior impregnação/limpeza

Após a aprovação do trecho e previamente à aplicação da rega de impregnação, dever-se-á iniciar o processo de limpeza da camada granular. A superfície a impregnar deve apresentar-se livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras que devem ser retirados do pavimento. A limpeza será basicamente efectuada por acção de escovas mecânicas e/ou jacto de ar comprimido que deverá deixar a descoberto as partículas com maiores dimensões, sem no entanto provocar a desagregação da camada. Deve obter-se o aspecto de um mosaico formado pelo topo das britas e gravilhas, devidamente travadas pelos materiais mais finos. Nos locais de difícil acesso a estes equipamentos a limpeza da camada deve ser feita com vassouras manuais.

Após concluída a limpeza, ficará interdito o tráfego de obra sobre a zona tratada até que seja executada a rega de impregnação.

Caso se verifique tendência para desagregação superficial, seja por limpeza excessiva, por distorção granulométrica ou segregação, ou ainda em virtude do tráfego de obra, a Fiscalização deverá determinar a escarificação da camada e o seu posterior tratamento em conformidade com os requisitos acima apresentados.

2 - Execução da rega de impregnação

Na execução da rega de impregnação betuminosa deve ser observado o seguinte:

- Previamente à aplicação do aglutinante a superfície deve ser humidificada de modo a facilitar a penetração do aglutinante na camada;
- O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e em conformidade com as especificações acima referidas. O valor da taxa de espalhamento deverá ser ajustado experimentalmente sendo normalmente o correspondente ao que a camada pode absorver ao fim de 24 horas mas nunca inferior a 1,0 Kg/m2 de betume residual;
- No momento de aplicação do aglutinante, a temperatura ambiente e do pavimento devem ser superiores a 5 ºC;
- Não deve ser iniciado o processo de espalhamento se houver probabilidade de chover;
- A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática;
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, mais do que 15%;
- Quando o aglutinante não for completamente absorvido pela base no período de 24 horas, deve espalhar-se um agregado fino que permita fixar todo o aglutinante em excesso;

- O tempo que decorrerá entre a impregnação e a aplicação da camada betuminosa seguinte será fixado pela Fiscalização, em face das condições climatéricas

3 - Critérios de aceitação

A tolerância da taxa de aplicação da emulsão betuminosa para impregnação será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

3.2.2 - Regas de colagem

Entende-se por rega de colagem a aplicação de uma emulsão betuminosa sobre: camadas tratadas com ligantes betuminosos, camadas em misturas betuminosas ou camadas/superfícies de betão sobre a qual será aplicada uma mistura betuminosa. Estas regas poderão ser realizadas com emulsões ou emulsões modificadas, devendo cumprir os requisitos especificados nos materiais. Quando no fabrico da camada sobrejacente for utilizado um betume modificado, a rega de colagem deve com emulsão modificada.

1 - Preparação da camada

O Empreiteiro só poderá dar início aos trabalhos de limpeza da camada sobre a qual será aplicada a rega de colagem, quando esta tiver sido aprovada pela Fiscalização tendo em conta os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camada. Deve ser dada particular atenção à limpeza dos topos das juntas de trabalho. Para a remoção dos detritos, material solto e sujidade da camada deverão ser utilizados os meios mais adequados tendo em conta o estado de limpeza da mesma, nomeadamente jacto de água, vassoura mecânica ou jacto de ar. Nas situações de difícil acesso aos referidos equipamentos deverá recorrer-se a vassouras manuais. O jacto de ar será contudo sempre considerado como processo de acabamento da limpeza da camada para a remoção dos materiais mais finos e pó. Os materiais resultantes do processo de limpeza deverão ser removidos do local de forma a não constituírem nova ameaça de contaminação.

2 - Execução da rega de colagem

Na execução da rega de colagem deve ser observado o seguinte:

- A superfície deve estar seca para que o processo de cura seja mais rápido;
- O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e cumprir os requisitos especificados no Quadro I.20.4. O valor da taxa de espalhamento de betume residual deverá ser de 0,5 kg/m^2;
- No momento de aplicação do aglutinante, as temperaturas ambiente e do pavimento devem ser superiores a 5 ºC;
- Não deve ser iniciado o processo de espalhamento se houver probabilidade de chover;
- A aplicação da emulsão será feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática, no caso dos topos das juntas de trabalho ou outras superfícies verticais que ficarão em contacto com a mistura betuminosa, a aplicação poderá ser manual com recurso a cana;

- Quando tenha decorrido muito tempo ou tenha chovido após a aplicação, a fiscalização poderá exigir a execução de uma nova rega;
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, mais do que 15%;
- Será interdita a circulação dos veículos sobre a rega, podendo a mesma ser excepcionalmente autorizada pela fiscalização, desde que seja devidamente fundamentada e tomadas as devidas precauções para que a rega não seja contaminada.

3 - Critérios de aceitação

A tolerância na taxa de emulsão betuminosa para colagem será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

3.3 - Trabalhos especiais de pavimentação

3.3.1 - Fresagem de camadas de pavimentos existentes remoção e transporte a operador de resíduos licenciado dos produtos escavados ou reutilização, conforme definido em projecto

Este item refere-se à execução de fresagens de misturas betuminosas, nos locais e espessuras definidas no projecto. A execução de trabalhos de fresagens está na generalidade associada a tratamentos de patologias do pavimento, para reabilitação das condições de superfície (aderência e regularidade) e/ou estruturais ou ainda para promover a ligação entre trechos, designadamente:

- Zonas de fissuração generalizada;
- Zonas de rodeiras acentuadas;
- Correcções das irregularidades transversais/longitudinais;
- Ligação ao pavimento existente no início e fim da intervenção;
- Zonas de ligação da secção corrente aos ramos de Nós ou outras intersecções.

Estes trabalhos incluem a realização de eventuais desvios de tráfego e transporte dos produtos sobrantes a depósito ou a sua reutilização, conforme definido em projecto, considerando-se incluídos todos os custos inerentes a este processo. Quando aplicável, o tratamento ambiental e paisagístico das zonas de depósito, de acordo com a legislação vigente, serão também da inteira responsabilidade do Empreiteiro.

Este item refere-se também à execução de microfresagens (espessuras inferiores a 0,05 m) de misturas betuminosas, nos locais e espessuras definidas no projecto, para a reabilitação das condições de superfície designadamente aderência e regularidade ou para a remoção de pinturas ou marcas rodoviárias. São a seguir enunciadas as particularidades do processo de execução, equipamentos e critérios de aceitação da unidade terminada.

A - Disposições gerais para a execução

A zona de trabalhos deverá ser devidamente delimitada/marcada no pavimento devendo considerar-se um acréscimo à zona degradada a definir pela Fiscalização.

A execução dos trabalhos desenvolver-se-á com precaução para não danificar a camada subjacente.

1 - Equipamento
1.1 - Fresagens

Os equipamentos de fresagem deverão possibilitar a remoção das misturas betuminosas por faixas, com a largura adequada ao tipo de intervenção. No caso de fresagens em toda a largura da plataforma a largura mínima deverá ser de 2,0 m.

Deverão ser dotados de um sistema electrónico de nivelamento automático, munido de apalpadores assentes sobre vigas ou réguas de nivelamento com um comprimento igual ou superior a 15 m.
A utilização de outros sistemas de nivelamento que conduzam a um bom desempeno da superfície, após fresagem, deverá ser objecto de aprovação prévia pela Fiscalização.

À medida que forem fresadas, as misturas devem ser carregadas directamente para um camião para transporte a operador de resíduos licenciado ou reutilização, de acordo com o definido em projecto ou posteriormente, mediante a aprovação da Fiscalização, cumprindo a regulamentação ambiental vigente.

1.2 - Microfresagens

Os trabalhos de microfresagem serão executados por equipamentos com cilindros fresadores com dentes de corte de espaçamento inferior aos dos cilindros normais. O equipamento deverá cumprir os seguintes requisitos:

- Efectuar a microfresagem da superfície na direcção longitudinal paralela ao eixo, sem partir ou causar outro tipo de danos nas juntas ou outras singularidades existentes;
- Efectuar as correcções do perfil do pavimento com a inclinação transversal adequada para assegurar a drenagem da água;
- Equipado de dispositivo para remover todos os resíduos da microfresagem, que serão transportados para locais adequados ou reutilizados, conforme definido em projecto ou definido posteriormente mediante a aprovação da Fiscalização, cumprindo a regulamentação ambiental vigente.

2 - Limpeza

Deverão ser colocados em obra os meios mecânicos de limpeza, necessários para assegurar a remoção dos produtos de fresagem que não forem carregados para o camião. A área de fresagem após execução dos trabalhos deverá estar convenientemente limpa de acordo com os critérios definidos nestas Especificações Técnicas para a preparação da superfície subjacente estipulado nos parágrafos seguintes.

A execução da camada de agregado de granulometria extensa tratado com emulsão só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados nestas Especificações Técnicas para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas nestas Especificações Técnicas.

B - Disposições gerais para a execução

3 - Critérios de aceitação para unidades terminadas
a) Fresagens

A superfície subjacente deverá cumprir os critérios de aceitação especificados nestas Especificações Técnicas para as diferentes camadas.

A regularidade da superfície após fresagem, será medida com a régua de 3 m. Não são aceites desvios superiores a 0,01m, com a régua colocada em qualquer direcção.

b) Microfresagens

Durante a execução dos trabalhos, a Fiscalização fará a avaliação/controle da superfície, no sentido de definir eventuais medidas correctivas a tomar.

A superfície final após execução da microfresagem deverá apresentar uma textura adequada. Os bordos das juntas ou fissuras devem ficar nivelados após a execução da microfresagem.

Quando entendido necessário pela fiscalização e em função da especificidade da intervenção de poderão ser efectuadas medições do IRI nas situações de reabilitação das condições de superfície, para aferição do valor obtido, de acordo com os critérios de aceitação especificados nestas Especificações Técnicas.

Nota: Se a gestão dos produtos fresados for omissa em projecto, deverá o Empreiteiro apresentar uma proposta, a validar pela Fiscalização, com a definição do procedimento a adoptar que deverá privilegiar a reciclagem/valorização dos materiais.

A Fiscalização poderá entender ser necessária a realização de ensaios de caracterização das misturas betuminosas fresadas/betume para identificação de substâncias perigosas.

II.18 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - MARCAS RODOVIÁRIAS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução da sinalização horizontal da estrada.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Todas as marcas rodoviárias deverão ser medidas ao metro linear à exceção da barra de paragem que é medida ao metro quadrado.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - Material Termoplástico de Aplicação a Quente

3.1.1 - Pré-Marcação

A pré-marcação é obrigatória, não sendo permitido o início da marcação sem que aquela tenha sido revista e aprovada pela fiscalização.

Sempre que seja possível apoiar mecanicamente a marcação de uma linha na pré-marcação de outra que lhe seja paralela, a pré-marcação da primeira pode ser dispensada (caso da marcação de guias apoiada na pré-marcação do eixo).

A pré-marcação pode ser executada pelos processos:

A - Manual

Por meio de um cordel suficientemente esticado e ajustado ao desenvolvimento das respectivas marcas, ao longo do qual, por intermédio de um pincel ou outro meio auxiliar apropriado, se executa a piquetagem por pontos, por pequenos traços ou por linha contínua fina ou recorrendo a pintura de referência ou contornos (quando haja lugar à utilização de moldes).

B - Mecânica

Não dispensando a pré-marcação manual, sobre a qual ele se apoia, o processo mecânico é utilizado a partir da máquina de marcação, mediante utilização de um braço com ponteiro de pintura que, à direita e à esquerda, executa a piquetagem.

A pré-marcação deve prever, no pavimento a marcar, a definição de:

- Nas linhas longitudinais:
- Piquetagem;
- Indicação nos limites das zonas com diferentes relações traço-espaço;
- Indicação dos limites das zonas de linhas contínuas.

- Nas marcas diversas:
Pintura de referência para implantação dos moldes de execução.

3.1.2 - Preparação da Superfície

A superfície que vai ser marcada deve apresentar-se seca e livre de sujidades, detritos e poeiras.

O Empreiteiro será responsável pelo insucesso das pinturas causadas por deficiente preparação da superfície. Se se tratar de um pavimento velho e polido, deverá ser utilizado um aparelho com características adesivas adequadas ao caso em presença, a fim de se garantir uma aderência conveniente das marcas.

3.1.3 - Marcação Experimental

Para verificação da uniformidade da marcação das linhas longitudinais, quanto à dimensão, largura, homogeneidade de aplicação do produto e das pérolas de vidro e ainda para se regular o equipamento de aplicação (velocidade de avanço, pressão de ar nos bicos e no compressor, temperatura) deverá ser feita

uma marcação experimental, fora da zona da obra e em local a definir pela fiscalização, tanto quanto possível, com características semelhantes de superfície.

A passagem à marcação definitiva dependerá do parecer da fiscalização em face dos resultados obtidos, quer em observação diurna quer nocturna (retro-reflexão).

3.1.4 - Marcação

3.1.4.1 - Aprovação da Pré-Marcação

A marcação não poderá ser iniciada sem que a Fiscalização tenha aprovado a pré-marcação.

3.1.4.2 - Processo de Marcação

Para execução das marcas rodoviárias (marcação) devem ser utilizados, para aplicação de material termoplástico, os seguintes processos:

A - Manual (por moldagem)

A utilizar na execução de: - Marcas transversais e barras, em zonas mortas;
- Setas (de selecção, de desvio e outras);
- Símbolos (sinais e outros);
- Inscrições (números e letras).

As marcas rodoviárias serão executadas em sobreespessura, por colagem gravítica e com emprego de moldes no espalhamento. A espessura seca do material aplicado deve apresentar um valor entre 2.5 mm e 3 mm.

A temperatura de aplicação deve situar-se entre 165ºC e 190ºC, e o tempo de secagem (ausência de pegajosidade com resistência à passagem de veículos) não deve ultrapassar os 2 a 3 minutos.

As caldeiras de aquecimento devem estar munidas de dispositivo de agitação mecânica, para se evitar a segregação dos diversos constituintes.

A utilização do sistema de pré-aquecimento da superfície a marcar não é permitida, por princípio, a menos que a fiscalização o reconheça como indispensável.

B - Mecânica (spray)

A utilizar na execução de marcas longitudinais e de guias: deve ser concretizado com o emprego de máquinas móveis, com dispositivos manuais e automáticos de aplicação do material termoplástico pulverizado (spray) e de projecção simultânea, sobre a superfície do material, de esferas de vidro.

A espessura seca do material aplicado deve apresentar um valor uniforme não inferior a 1,5 mm.

A temperatura de aplicação deve situar-se entre os 200ºC e 220ºC e o tempo de secagem não deve ultrapassar os 40 segundos, para as espessuras previstas.

A taxa de projecção de esferas de vidro deve estar compreendida entre 400 g/m² e 500 g/m².

3.1.5 - Aprovação das Marcas

As marcas que não se apresentem nas condições exigidas (geométricas, de constituição ou de eficácia), serão rejeitadas e como tal removidas, podendo, contudo, ser repetida a execução, se houver, da parte do Empreiteiro, a garantia de rectificação conveniente susceptível de ser aceite pela fiscalização.

A remoção deve ser efectuada no prazo de 3 dias a contar da data da notificação da rejeição, pelo que, o Empreiteiro, se o não fizer nesse prazo, ficará sujeito aos encargos resultantes da remoção que a Fiscalização mande executar por terceiros.

3.1.6 - Eliminação de Marcas

Na eventualidade de se ter de apagar marcas rodoviárias pré-existentes com o fim de executar uma nova marcação, o processo de eliminação a utilizar será escolhido de entre os seguintes:

- Decapagem por projecção de um abrasivo sob pressão, não podendo aquele abrasivo ser areia, excepto quando a decapagem seja feita em presença de água;
- Decapagem mecânica, utilizando decapadores mecânicos ou máquinas de percussão próprias.
- No caso de as marcas a eliminar serem de material termoplástico, obtêm-se melhores resultados com tempo frio, para ambos os processos indicados.
- Quando aplicado qualquer dos processos descritos, devem ser tomadas as seguintes precauções:
- Quando a circulação se mantém, deverá a zona restrita dos trabalhos ser convenientemente isolada, a fim de que a segurança da circulação de peões e veículos não seja afectada pelos materiais ou agentes envolvidos na obra;
- Após a decapagem, deverá ter-se o cuidado de remover quer os detritos do material termoplástico, quer os abrasivos utilizados.

Não será permitida, em caso algum a utilização de processos de recobrimento como método de eliminação de marcas.

3.2 - Lotes, Amostras e Ensaios

Durante a execução dos trabalhos, e sempre que o entender, a fiscalização reserva-se o direito de tomar amostras e mandar proceder às análises e ensaios que julgar convenientes para verificação das características dos materiais utilizados. As amostras serão, em geral, tomadas em triplicado, e levarão as indicações necessárias à sua identificação.

As análises e ensaios necessários poderão vir a ser executados pelas entidades que o Dono da Obra entender adequadas, por conta do Empreiteiro.

II.19 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - SINALIZAÇÃO VERTICAL

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução da sinalização vertical da estrada.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Todas a sinalização vertical é medida à unidade.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - ARMAZENAMENTO DOS SINAIS

Todos os sinais e seus componentes deverão ser armazenados em local fechado, limpo e arejado.

3.2 - MONTAGEM DOS SINAIS

a) Sinais de pequena dimensão

Na montagem dos sinais de pequena dimensão devem ser seguidos os esquemas de montagem do desenho de pormenor respectivo.

3.3 - LOCALIZAÇÃO DOS SINAIS

A localização dos sinais será a indicada nos desenhos. Serão permitidos ligeiros ajustes de posicionamento para melhor adaptação a condicionalismos locais, não podendo, contudo, ser comprometidas as posições relativas de sinais aplicados em interligação e cujo posicionamento esteja directamente relacionado com as marcas rodoviárias do pavimento adjacente.

3.4 - IMPLANTAÇÃO TRANSVERSAL DOS SINAIS

a) Sinais de pequena dimensão e sinais complementares

Os sinais são implantados do lado direito, no sentido de tráfego a que respeitam, no limite da berma em secção corrente.

Em ilhas, separadores materializados e passeios, os sinais são implantados com um afastamento mínimo de 0,50 m ao limite exterior da berma ou lancil de passeio que lhe estiver mais próximo.

Sempre que for necessário utilizar sinais em duplicado, terão que surgir, forçosamente, sinais do lado esquerdo da via, mas sempre em complemento de um outro colocado à direita.

Os sinais são implantados de molde que a sua superfície realize com a linha limite da faixa de rodagem, um ângulo de 100º, medido pelo tardoz dos mesmos, quer se localizem do lado direito ou do lado esquerdo da faixa de rodagem.

3.5 - IMPLANTAÇÃO VERTICAL DOS SINAIS

Deverão ser respeitados os esquemas de implantação indicados nos documentos normativos ainda em vigor sobre sinalização vertical da extinta Junta Autónoma de Estradas. Em qualquer caso, deverá a

fiscalização, em tempo oportuno, obter a ratificação da Secretaria Regional do Equipamento Social e Ambiente relativamente à implementação do esquema projectado, face à eventual conveniência em executar a sinalização em moldes renovados. Deverá ainda ser tido em conta o seguinte:

a) Sinais de pequena dimensão

Todos os sinais denominados de código deverão ser colocados a 1,50 m de altura (do solo à base do sinal) independentemente do número de sinais colocados num mesmo poste, até ao máximo de dois sinais e dois painéis adicionais por face (frontal e tardoz ao sentido de tráfego).

Nos casos onde seja previsível a circulação de peões, passeios ilhas separadoras de tráfego em rotundas ou ilhas refúgio ao eixo da plataforma afectas a travessias de peões, deverão ser colocados a 2,20 m de altura (do solo à base do sinal) independentemente do número de sinais colocados num mesmo poste, até ao máximo de dois sinais e dois painéis adicionais por face (frontal e tardoz ao sentido de tráfego).

Os sinais deverão estar colocados fora do limite da berma e, sempre que exista guarda de segurança, protegidos por esta.

b) Sinais complementares

O seu posicionamento deverá respeitar o já exposto para os sinais de pequena dimensão, devendo a altura entre o bordo do sinal ser de 0,20 m.

c) Outros sinais de demarcação

Os “chevrons” individuais ou duplos serão implantados de modo idêntico ao descrito em 4 - a).

Os marcos quilométricos são implantados a 0,80 m do solo, do lado direito, no sentido da quilometragem, para além da berma e com uma inclinação de cerca de 80º em relação à linha definida pelo limite da faixa de rodagem e do lado direito da mesma, no sentido progressivo da quilometragem.

Os marcos hectométricos são colocados paralelamente à linha definida pelo limite da faixa de rodagem e do lado direito da mesma, no sentido progressivo da quilometragem e a 0,80 m do solo.

Os marcos miriamétricos respeitam o mesmo princípio dos quilométricos mas serão duplicados e situar-se-ão a 1,20 m.

3.6 - COLOCAÇÃO

a) Sinais com uma placa num só poste

Serão encastrados num maciço cúbico de betão C16/20, com 0,50 m de aresta, a uma profundidade que permita um recobrimento na base do prumo de 0,10 m.

b) Sinais com duas placas num só poste

Serão encastrados num maciço paralelepipédico de betão C16/20, com 0,50 m por 0,90 m de secção e 0,50 m de altura, a uma profundidade que permita um recobrimento na base do prumo de 0,10 m.

3.7 - ESCAVAÇÕES PARA MACIÇOS DE FUNDAÇÃO DE SINAIS

Os caboucos para os maciços de fundação serão, em princípio, levados até à profundidade indicada nos desenhos de execução, podendo no entanto, de acordo com a fiscalização, a fundação ser alterada de acordo com as condições reais reveladas.

A escavação será completada por um saneamento cuidado das soleiras e paredes dos caboucos, de modo a que no final estas superfícies se apresentem completamente limpas e isentas de materiais soltos, não podendo iniciar-se a betonagem sem autorização expressa da fiscalização.

As escavações serão conduzidas de modo a salvaguardar a completa segurança do pessoal contra desmoronamentos ou outros perigos e assegurada a correcta execução das operações de betonagem, procedendo-se para isso às entivações e escoramentos que a fiscalização reconheça necessários.

Nos preços contratuais encontram-se incluídos todos os trabalhos relativos à sua completa execução, tais como: elevação, remoção, carga, transporte a vazadouro, a depósito e vice-versa, entivações, esgotos, compactação, regularização e percentagens de empolamento ou quaisquer outros trabalhos subsidiários necessários à segurança do pessoal e à correcta execução das operações de betonagem, ficando bem esclarecido que o adjudicatário se inteirou no local, antes da elaboração da sua proposta, de todas as particularidades do trabalho e que nenhum direito a indemnização lhe assiste no caso das condições de execução se revelarem diferentes das que inicialmente previra.

Para efeitos de medição, o volume a considerar será obtido a partir dos perfis teóricos da escavação.

3.8 - BETÃO

O fabrico, cura moldagem e desmoldagem do betão devem respeitar as condições estabelecidas na NP EN 206-1 (Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade) e na NP ENV 13670-1 (Execução de estruturas em betão – regras gerais).

II.20 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - GUARDAS DE SEGURANÇA SEMI-FLEXIVEIS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução das Guardas de Segurança Semi-Flexiveis.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

As Guardas de Segurança Semi-Flexiveis são medidas ao metro linear. As extremidades são medidas à unidade.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - IMPLANTAÇÃO

A execução das obras deste tipo compreende as operações fundamentais de cravação e montagem, as quais pressupõem um trabalho delicado de prévia implantação para reconhecimento dos condicionalismos locais (natureza dos solos, atravessamentos, obstáculos, etc.), ao qual se seguirá a implantação definitiva, que deve garantir um rigoroso alinhamento em planta e perfil longitudinal.

Estes alinhamentos devem apresentar-se perfeitamente regrados, sem ondulações que denunciem o apego a eventuais imperfeições do pavimento (deformações, recortes, etc.), quer em planta quer em perfil, isto é, devem traduzir o desenvolvimento geométrico da estrada.

Todos os trabalhos que não respeitem as condições técnicas de execução exigidas não poderão ser aceites.

3.2 - ANCORAGEM

A ancoragem dos prumos será efetuada por cravação direta no solo ou, em casos excecionais, por encastramento em maciços de betão simples de 120 kg de cimento por m3, com a secção quadrada com o mínimo de 40 cm de lado e uma profundidade que permita o recobrimento na base do prumo não inferior a 10 cm.

Se o recurso a processos de escavação mecânica conduzir à conveniência em realizar maciços de secção circular, o diâmetro não deverá ser inferior a 45 cm.

Em obras de arte, os prumos serão aparafusados mediante placas de fixação com furação apropriada.
A distância entre dois suportes consecutivos será de 4,0 m, devendo este espaçamento baixar para 2,0 m nas curvas de raio inferior a 45 m.

3.3 - MONTAGEM E MANUTENÇÃO DAS GUARDAS DE SEGURANÇA

3.3.1 - MONTAGEM

As vigas de segurança, que se devem encontrar já devidamente preparadas para a instalação no local, serão fixadas a um dispositivo de afastamento (amortecedores, afastadores e reforços), sendo o conjunto apoiado ao suporte ou prumo previamente cravado.

O eixo horizontal da viga simples deve situar-se à altura mínima de 0,55 m do solo, com uma tolerância de 0,03 m para mais, enquanto a altura máxima admitida para a viga superior de uma guarda dupla, quando prevista, será de 1,00 m.

A montagem da guarda será sempre realizada no sentido do tráfego e com terminais de segurança adequados.

A extremidade da viga de montante sobrepor-se-á sempre à de jusante, de acordo com o respetivo desenho de pormenor.

A montagem das vigas de segurança deverá ser sequente, não se permitindo interrupções por troços, a menos que expressamente autorizadas pela Fiscalização.

A colocação dos prumos não se deverá encontrar desfasada no tempo da colocação das vigas respetivas, sendo imperioso que, no fim de cada período de trabalho, se protejam com terminais adequados. Nos pontos de divergência, não se admitem curvas inferiores ao raio de R = 1,00 m.

3.3.2 - MANUTENÇÃO

Se durante o período de execução dos trabalhos as guardas já montadas segundo os critérios estabelecidos no número anterior forem danificadas por acidente, competirá ao Adjudicatário a sua recolocação sendo, no entanto, devido o pagamento dos trabalhos efetuados, a preços do contrato.

Não serão considerados os casos demonstradores de negligência ou colocação imprópria de materiais em obra, os quais serão da inteira responsabilidade do Adjudicatário.

II.21 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA - PROTEÇÃO PARA MOTOCICLISTAS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução dos Dispositivos de Proteção para Motociclistas.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os Dispositivos de Proteção para Motociclistas são medidas ao metro linear. As extremidades são medidas à unidade.

3 - PRESCRIÇÕES

3.1 - IMPLANTAÇÃO

Tal como definido quer na Lei, quer no regulamento que a complementa, o dispositivo de proteção a motociclistas deverá ser sempre aplicado sob todas as extensões de fila corrente da guarda flexível considerada em projeto e retificada em obra em função dos inícios e fins de taludes e quaisquer obstáculos não previstos.

3.2 - FIXAÇÃO

A fixação da saia metálica à guarda de segurança metálica, far-se-á através de um suporte que poderá ser fixo ou amortecedor ou ao próprio prumo.

3.3 - EXTREMIDADES

Os dispositivos de montante e de jusante que servem de remate às extremidades da saia metálica, deverão ser aplicados no 1 º e último prumo da fila corrente da guarda de segurança flexível.

Em geral, devem ser seguidas as pormenorizações nas peças desenhadas e escritas do projeto.

II.22 - BRITA EM SISTEMAS DE DRENAGEM

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução dos sistemas drenantes constituídos por brita.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição da brita em sistemas drenantes é o metro cúbico, e esta será medida com base nos perfis teóricos do projecto. Considera-se incluída nesta natureza de trabalho a adequada compactação da brita e todo o equipamento necessário.

3 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

A brita deve ser colocada nos sistemas drenantes sobre o geotêxtil de modo cuidadoso, de forma a evitar a sua contaminação por outros materiais, nomeadamente do terreno envolvente.

A brita deve ser compactada em camadas da ordem de 15 cm de espessura com maços manuais ou mecânicos, devendo esta operação ser executada de forma cuidadosa de modo a evitar o punçoamento ou corte do geotêxtil, e a última camada deve ser alisada por forma a evitar depressões.

Caso se venha a utilizar brita a envolver manilhas de betão em valas drenantes, a primeira camada de brita deverá ter cerca de 30 cm de espessura e deverá ser cuidadosamente colocada e bem apertada contra a manilha e paredes da vala. A camada seguinte deverá ser apertada com a acção de pesos inferiores a 4 kg. As camadas superiores serão compactadas com pesos não superiores a 15 kg.

II.23 - MICROESTACAS

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar na execução das microestacas.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

As microestacas serão pagas por metro linear, desde o nível mais baixo até ao topo, incluindo o comprimento de encastramento nas sapatas dos muros de suporte. Encontram-se incluídos no preço todos os materiais e trabalhos necessários e acessórios para a sua realização, incluindo o varão de aço soldado em todo o comprimento de encastramento nos muros (para conferir uma aderência adequada).

Nesta natureza de trabalhos inclui-se ainda a furação e a condução dos produtos resultantes a vazadouro, armaduras tubulares, injecção de caldas, e todos os trabalhos complementares necessários à integral realização das microestacas.

Encontra-se ainda incluída nesta natureza de trabalhos a realização dos ensaios das microestacas, devendo efectuar-se pelo menos de 1 ensaio à rotura (carga pelo menos 2 vezes superior à carga de serviço, a realizar numa microestaca que não poderá ser aproveitada para a obra) e pelo menos 1 ensaio

com carga aplicada 1,25 vezes a carga de serviço, em microestacas definitivas. A metodologia e definição dos ensaios deverá ser proposta pelo Empreiteiro e submetida à aprovação antes da sua execução.

3 - CARACTERÍSTICAS DAS MICROESTACAS

As características das microestacas serão as definidas no projecto. No entanto, aceitam-se soluções alternativas desde que, comprovadamente, tal não acarrete diminuição da capacidade de carga à rotura nem da resistência ao corte.

4 - TOLERÂNCIAS

Designam-se por tolerâncias os desvio máximos em relação à vertical ou horizontal, alinhamentos e restantes dimensões definidas nos desenhos de projecto. Serão admitidas as seguintes tolerâncias:

- De implantação (alinhamento dos eixos): 30 mm em 4 m;
- De irregularidades na espessura: 30 mm;
- Em relação à vertical: 1 em 75.

5 - CONTROLO DE EXECUÇÃO

O controlo de execução incidirá fundamentalmente sobre o alinhamento, a verticalidade das microestacas, as propriedades da calda de injecção e as condições de colocação das armaduras e da calda. A qualidade da calda deverá ser periodicamente controlada por ensaios a realizar.

Para ensaios de resistência será extraído um cubo por cada 2 m^3.

6 - REGISTOS DA EXECUÇÃO

Para cada microestaca serão efectuados os seguintes registos relativamente à sua execução:

- Número da microestaca;
- Data da escavação;
- Data da colocação da armadura;
- Datas da injecção com calda;
- Volume de calda utilizado;
- Pressão de injecção da calda;
- Cota da ponta da estaca;
- Cota do topo da estaca;
- Pormenores especiais de execução, incluindo tempos de paragem.

II.24 - DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

1 - OBJECTIVO

Definição das normas a observar no fornecimento e instalação das marcas superficiais de observação (provisórias e definitivas) e, quando aplicável, dos inclinómetros.

2 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição das marcas superficiais é a unidade, sendo a unidade de medição dos inclinómetros o metro linear.

Esta natureza de trabalhos deverá incluir o fornecimento, a montagem e a leitura dos equipamentos de observação, bem como todos os trabalhos necessários e complementares, nomeadamente deslocações a efectuar e emissão do resultado das leituras (incluindo a elaboração dos correspondentes relatórios).

No que respeita à leitura das marcas topográficas, esta deverá ser efectuada segundo os três eixos coordenados.

3 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

O Empreiteiro apresentará uma proposta dos dispositivos de observação a instalar e fornecerá documentação detalhada relativamente às suas características, bem como os procedimentos de instalação, requisitos de manutenção e todas as referências e documentos que atestem o seu bom funcionamento. A aparelhagem escolhida deverá ser proveniente de fabricantes com experiência e qualidade devidamente comprovadas, especialmente no respeitante à fiabilidade e durabilidade dos equipamentos.

A instalação dos dispositivos de observação só poderá realizar-se após a aprovação dos mesmos pela Fiscalização, devendo obedecer sempre às disposições estabelecidas pelos fabricantes.

O Empreiteiro fornecerá mão-de-obra qualificada e com experiência na instalação dos dispositivos de observação, garantindo, ainda, sempre que necessário, a presença em obra e o apoio técnico dos representantes dos equipamentos. Para além disso, a instalação dos equipamentos deverá realizar-se, quando considerado apropriado, com a presença de técnicos do Dono de Obra e do LREC.

Os equipamentos que se revelarem deficientemente instalados terão de ser removidos e substituídos, a custas do Empreiteiro.

O Empreiteiro terá de executar todos os trabalhos necessários e acessórios à completa instalação dos dispositivos de observação, visando o integral cumprimento do definido no Projecto. Para o efeito, deverá coordenar os trabalhos de instalação dos equipamentos com as tarefas com as quais haja interferência.

Após a conclusão dos trabalhos o Empreiteiro terá de fornecer ao Dono de Obra um relatório integrando os seguintes aspectos:

- Descrição completa dos trabalhos realizados, incluindo datas e condições de instalação dos equipamentos;
- Peças desenhadas com a perfeita implantação e identificação de todos os equipamentos, incluindo os pormenores que forem necessários à sua completa compreensão;
- Cotas e coordenadas de todos os equipamentos de observação;
- Resultados, devidamente tratados, das leituras iniciais de todos os equipamentos;

- Reportagem fotográfica da instalação dos equipamentos.

A recepção definitiva dos equipamentos de observação instalados está dependente da realização de ensaios que permitam comprovar o seu adequado funcionamento. Estes ensaios serão promovidos pelo Empreiteiro, na presença da Fiscalização.

II.25 - TRABALHOS NÃO ESPECIFICADOS

Todos os trabalhos especificados ou não especificados neste Especificações Técnicas que forem necessários para o cumprimento da presente empreitada, serão executados com perfeição e solidez, tendo em vista os regulamentos, normas e mais legislação em vigor, as indicações do Projecto e as instruções da Fiscalização.

Não serão aceites nem atendidas quaisquer reclamações ou pedidos de rectificação de preços unitários e quantidades de trabalhos com base nas características do terreno, aparecimento de água a qualquer profundidade (cujo desvio, escoamento ou bombagem serão encargo do Empreiteiro), necessidade de se proceder a entivações ou qualquer outra razão decorrente das condições locais do terreno, nomeadamente os condicionamentos existentes ao acesso às diferentes frentes de trabalho e a eventual necessidade de, em consequência, recorrer a meios de elevação e acesso de máquinas, materiais e pessoal.