ESPECIFICAÇÃO PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO CAMADA ANTIRREFLEXÃO DE TRINCAS

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Identificação: ET-ENG-EPR-003	**Revisão:** 00
Área: Engenharia de Qualidade	

1. ÍNDICE

1. APLICAÇÃO 4
1.1 Objetivo 4
1.2 Área de aplicação 4
1.3 Premissas e limitações 4
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E TÉCNICAS 4
2.1 Referências principais 4
2.2 Documentos EPR 5
3. DEFINIÇÕES E SIGLAS 5
4. CONDIÇÕES GERAIS 6
4.1 Responsabilidades 6
4.2 Condições para execução 6
4.3 Liberação da base 6
4.4 Segmento experimental 6
5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS 7
5.1 Materiais 7
5.1.1 Ligante asfáltico 7
5.1.2 Agregados 7
5.1.3 Granulometria 7
5.1.4 Taxas de aplicação e espalhamento 8
5.2 Equipamentos 8
5.3 Procedimento executivo 9
5.3.1 Preparação da superfície 9
5.3.2 Primeira aplicação 9
5.3.3 Segunda aplicação 9
5.3.4 Ruptura, cura e varredura 9
5.3.5 Interface com o CAUQ 9
6. CONDICIONANTES AMBIENTAIS, SAÚDE E SEGURANÇA 9
7. INSPEÇÕES E CONTROLE TECNOLÓGICO 10
7.1 Plano de controle 10
7.2 Controle dos materiais 10
7.3 Controle da execução 10
7.4 Critérios de aceitação 11
7.5 Não conformidades e registros 11
8. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO 12

CÓPIA NÃO CONTROLADA

9. HISTÓRICO DE REVISÕES.....13

ANEXO A – PLANO MÍNIMO DE CONTROLE 14

CÓPIA NÃO CONTROLADA

2. APLICAÇÃO

2.1. Objetivo

A presente Especificação de Serviço estabelece os requisitos técnicos e o detalhamento para as etapas de projeto, execução, inspeção, controle tecnológico, aceitação e medição de serviços de **Tratamento Superficial Duplo (TSD) empregado como camada anti-reflexão de trincas** executado entre a camada de base e o revestimento em Concreto Asfáltico - CAUQ.

A solução tem por finalidade criar uma interface asfáltica descontínua, impermeável e mais deformável que a camada cimentada ou estabilizada quimicamente subjacente, contribuindo para reduzir a concentração de tensões e retardar a propagação de fissuras e trincas para o revestimento asfáltico.

2.2. Área de aplicação

Esta Especificação aplica-se às obras de implantação, duplicação, restauração e manutenção sob gestão das Concessionárias do Grupo EPR, quando a solução estiver prevista no projeto de pavimentação ou formalmente aprovada pela Engenharia da EPR.

- bases de Brita Graduada Tratada com Cimento - BGTC;
- bases de solo-cimento ou solo tratado com cimento;
- camadas de base rígidas com adição de cimento;
- outras bases estabilizadas, desde que tecnicamente justificadas no projeto.

2.3 Premissas e limitações

A utilização da TSD deverá considerar a origem e o mecanismo de fissuração da camada inferior. Trincas associadas a perda de suporte, deformação permanente, bombeamento, erosão, deficiência de drenagem ou ruptura estrutural deverão ser tratadas na causa antes da execução da camada antirreflexão.

Não é permitida a utilização desta Especificação como justificativa para encobrimento de base não conforme. A base deverá estar liberada conforme projeto, Especificação de Serviço correspondente e Plano de Controle Tecnológico da obra.

3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E TÉCNICAS

Os documentos abaixo constituem referências para esta Especificação. Para documentos sem edição indicada, deverá ser utilizada a versão vigente, incluindo revisões, erratas e emendas aplicáveis.

3.1 Referências principais

DNIT 147/2012-ES: Pavimentação asfáltica - Tratamento superficial duplo - Especificação de serviço.

DNER-ES 392/99: Pavimentação - Tratamento superficial duplo com asfalto polímero.

DNIT 128/2010-EM: Emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos - Especificação de material.

DNIT 144 Pavimentação - Imprimação com ligante asfáltico - Especificação de serviço.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

DNIT 145 Pavimentação - Pintura de ligação com ligante asfáltico - Especificação de serviço.

DNIT 412-ME: Agregados - Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos por peneiramento.

DNIT 424-ME / DNIT 425-ME: Agregado - Determinação do índice de forma.

DNIT 446-ME: Agregados - Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato.

DNIT 451-ME: Agregados - Determinação do desgaste por abrasão e impacto no equipamento Los Angeles.

DNIT 452-ME: Agregado graúdo - Adesividade ao ligante asfáltico.

ABNT NBR 14491: Emulsões asfálticas - Determinação da viscosidade Saybolt-Furol.

ABNT NBR 14376: Emulsões asfálticas - Determinação do resíduo asfáltico por evaporação.

ABNT NBR 14393: Emulsões asfálticas - Determinação da peneiração.

ABNT NBR 15086: Materiais betuminosos - Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro.

3.2 Documentos EPR

- Plano de Ensaios EPR vigente;
- Procedimento Padrão de Controle de Qualidade de Obras vigente;
- Procedimento de Homologação de fornecedores, usinas, pedreiras e laboratórios vigente;
- FVS - Ficha de Verificação de Serviço aplicável;
- Projeto executivo e memoriais aprovados para o trecho.

Em caso de divergência, prevalecerão o projeto aprovado, os requisitos contratuais e esta Especificação, sem prejuízo das exigências normativas legais aplicáveis.

4. DEFINIÇÕES E SIGLAS

TSD: Tratamento Superficial Duplo constituído por duas aplicações sucessivas de ligante asfáltico, cada uma coberta por agregado mineral e submetida à compressão.

RR2C-E: Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida modificada por polímero elastomérico, classe RR2C-E.

Ligante residual: Fração asfáltica remanescente após a ruptura da emulsão e eliminação da fase aquosa.

Taxa de aplicação: Quantidade de ligante efetivamente aplicada por unidade de área, avaliada para emulsão e/ou resíduo conforme o critério de projeto.

Taxa de espalhamento: Quantidade de agregado distribuída por unidade de área.

Trecho experimental: Segmento executado antes da produção contínua para ajuste e validação de taxas, equipamentos, sequência e padrão de acabamento.

FVS: Ficha de Verificação de Serviço utilizada para registrar inspeções, liberações e rastreabilidade do serviço.

NC: Não Conformidade.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

5. CONDIÇÕES GERAIS

5.1. Responsabilidades

- CONTRATADA: elaborar projeto/estudo de aplicação, providenciar materiais homologados, calibrar equipamentos, executar o autocontrole e registrar os resultados;
- SUPERVISORA: acompanhar a execução e ensaios da contratada, verificar taxas e acabamento, realizar ensaios de confirmação/Spot Check e registrar desvios;
- EPR - Engenharia/Qualidade: aprovar materiais, projeto, trecho experimental, critérios de controle e liberação final do serviço.

5.2. Condições para execução

Não será permitida a execução sob chuva, com superfície molhada, em condição de vento que prejudique a uniformidade do espargimento ou com temperatura ambiente inferior a 10 °C. A temperatura de aplicação da emulsão deverá atender à faixa de viscosidade e às orientações do fabricante, sem promover degradação do produto.

Todo carregamento de ligante deverá possuir certificado de qualidade e identificação de origem, tipo, lote, quantidade e data de fabricação/carregamento. Materiais com evidência de ruptura prematura, coagulação, segregação, contaminação ou armazenamento inadequado deverão ser rejeitados.

5.3. Liberação da base

A TSD somente poderá ser executada sobre base concluída e formalmente liberada. A superfície deverá apresentar condição geométrica, compactação, acabamento e cura compatíveis com a Especificação de Serviço da camada de base e com o projeto.

- ausência de material solto, segregação, lama, água, óleo, combustível ou contaminantes;
- correção prévia de defeitos localizados, falhas de compactação, desagregações e fissuras anormais;
- cura da base estabilizada atendida conforme projeto e especificação aplicável;
- imprimação executada e curada, quando prevista em projeto.

5.4. Segmento experimental

Antes da produção contínua deverá ser executado segmento experimental, preferencialmente com extensão entre 100 m e 200 m de faixa, em local representativo das condições de obra. A extensão poderá ser ajustada pela EPR em função da largura, geometria e logística do trecho.

No segmento deverão ser definidos e registrados: taxas reais de cada aplicação, faixa de operação da emulsão, altura e configuração da barra espargidora, abertura do distribuidor de agregados, sequência de rolagem, número de passadas, condição de ruptura, retenção do agregado, varredura e acabamento final.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

6. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

6.1. Materiais

6.1.1 Ligante asfáltico

Para a TSD deverá ser utilizada, como solução preferencial EPR, emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida modificada por polímero elastomérico RR2C-E, atendendo à DNIT 128/2010-EM. O emprego de RR1C-E ou de outro ligante modificado somente será admitido quando tecnicamente justificado no projeto e aprovado pela Engenharia da EPR.

Para RR2C-E, deverão ser observados os limites da DNIT 128/2010-EM, incluindo resíduo seco mínimo de 67% em massa e recuperação elástica mínima de 70% no resíduo, além das demais características e métodos previstos na norma.

6.1.2 Agregados

Os agregados deverão ser provenientes de fonte homologada pela EPR, constituídos por partículas britadas, limpas, resistentes e isentas de torrões de argila, matéria orgânica ou materiais deletérios.

Tabela 1 – Requisitos mínimos dos agregados

Característica	Requisito mínimo	Referência
Desgaste Los Angeles	≤ 40%	DNER-ES 392/99 / método DNIT vigente
Índice de forma	> 0,50	DNER-ES 392/99 / método DNIT vigente
Durabilidade – perda	< 12%	DNER-ES 392/99 / método DNIT vigente
Adesividade	> 90%	DNER-ES 392/99 / método vigente
Material passante nº 200	Conforme faixa de projeto	DNIT 412-ME

6.1.3 Granulometria

A granulometria de projeto deverá ser definida em função dos materiais disponíveis, do tamanho de agregado compatível com a solução e das taxas previstas. Como referência inicial, poderão ser utilizadas as faixas da DNER-ES 392/99 apresentadas na Tabela 2.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Tabela 2 - Faixas granulométricas de referência

Peneira	A - 1ª camada	B - 1ª ou 2ª	C - 2ª camada	Tolerância
1" (25,4 mm)	100	-	-	-
3/4" (19,1 mm)	90-100	-	-	± 7
1/2" (12,5 mm)	20-55	100	-	± 7
3/8" (9,5 mm)	0-15	85-100	100	± 7
Nº 4 (4,8 mm)	0-5	10-30	85-100	± 5
Nº 10 (2,0 mm)	-	0-10	10-40	± 5
Nº 200 (0,075 mm)	0-2	0-2	0-2	± 2

Percentuais passando, em massa. A faixa definitiva deverá constar do projeto aprovado e ser validada no segmento experimental.

6.1.4 Taxas de aplicação e espalhamento

As taxas deverão ser definidas no projeto e ajustadas em campo no segmento experimental. Como referência inicial, considerando o ligante residual quando utilizada emulsão.

Tabela 3 - Taxas iniciais de referência

Aplicação	Ligante residual	Agregado
1ª aplicação	0,80 a 1,20 L/m²	17 a 20 kg/m²
2ª aplicação	1,20 a 1,80 L/m²	10 a 12 kg/m²

As faixas são referências de partida, não taxas automáticas de produção. Para emulsão, a taxa total aplicada deverá ser ajustada em função do teor de resíduo efetivamente determinado.

6.2 Equipamentos

Os equipamentos deverão estar em bom estado de conservação, aferidos e capazes de produzir distribuição uniforme. No mínimo, deverão estar disponíveis:

- caminhão distribuidor de ligante com barra de circulação plena, controle de pressão, velocidade, temperatura e largura de aplicação;
- distribuidor de agregados automotriz ou acoplado, com regulagem de abertura e capacidade de espalhamento uniforme;
- rolos pneumáticos autopropelidos, preferenciais para acomodação e fixação dos agregados, com possibilidade de calibragem dos pneus na faixa requerida pelo equipamento; como referência, a DNER-ES 392/99 prevê 35 a 120 psi;
- rolo tandem, quando definido no segmento experimental;
- vassoura mecânica e/ou equipamento de ar comprimido para limpeza e varredura;
- bandejas ou dispositivos equivalentes de área e massa conhecidas para controle de taxas.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

6.3 Procedimento executivo

6.3.1 Preparação da superfície

Imediatamente antes da aplicação deverá ser realizada limpeza integral da superfície. Quando houver imprimação prevista, esta deverá estar concluída e curada, sem excesso superficial de ligante. A execução deverá ocorrer somente após liberação da Fiscalização/Qualidade.

6.3.2 Primeira aplicação

O ligante deverá ser aplicado uniformemente em toda a largura prevista, evitando falhas, cordões, superposição excessiva e acúmulos. Imediatamente após o espargimento, antes de perda de condição de adesão, deverá ser distribuído o agregado da primeira camada na taxa aprovada.

A rolagem deverá iniciar logo após o espalhamento e prosseguir até a adequada acomodação e fixação das partículas, sem esmagamento excessivo. O número de passadas e a sequência de equipamentos serão aqueles validados no segmento experimental.

6.3.3 Segunda aplicação

Após estabilização da primeira camada, executar a segunda aplicação seguindo a sequência ligante - agregado - rolagem. A distribuição deverá ser uniforme e as juntas deverão ser tratadas de modo a evitar deficiência ou excesso localizado de ligante e agregados.

6.3.4 Ruptura, cura e varredura

A liberação para a etapa subsequente dependerá da adequada ruptura da emulsão e da estabilidade do agregado. Após a rolagem e cura suficientes, deverá ser executada varredura controlada para remoção de agregados soltos, sem arrancar partículas adequadamente aderidas.

6.3.5 Interface com o CAUQ

O CAUQ somente poderá ser executado após aceitação da TSD. A superfície deverá estar limpa, seca, estável e sem excesso de agregado solto. A necessidade de pintura de ligação complementar deverá ser definida no projeto ou pela Engenharia da EPR em função da condição superficial, devendo, quando requerida, atender à DNIT 145/2012-ES.

Não será permitida a circulação desnecessária de veículos e equipamentos sobre a TSD antes da execução do revestimento. Quando o tráfego de obra for indispensável, deverá ser controlado e autorizado pela Fiscalização.

7. CONDICIONANTES AMBIENTAIS, SAÚDE E SEGURANÇA

A execução deverá atender à legislação ambiental, às condicionantes do empreendimento, ao PGR e aos procedimentos de Saúde e Segurança da Concessionária. Os materiais asfálticos deverão ser manuseados de modo a impedir derramamentos, contaminação de solo, cursos d'água e drenagens.

- manter equipamentos sem vazamentos de combustíveis, óleos ou ligantes;
- utilizar bacias, mantas ou procedimentos de contenção em abastecimentos e manutenções;

CÓPIA NÃO CONTROLADA

- controlar poeira e material particulado na movimentação de agregados;
- realizar destinação ambientalmente adequada de resíduos, embalagens e materiais provenientes de limpeza;
- manter sinalização e isolamento compatíveis com a operação de equipamentos e aplicação de ligante quente/emulsionado.

8. INSPEÇÕES E CONTROLE TECNOLÓGICO

8.1 Plano de controle

O Plano de Qualidade da CONTRATADA deverá detalhar os controles, responsáveis, equipamentos, formulários e critérios de aceitação. A EPR poderá elevar as frequências em função de variabilidade, criticidade, histórico de NC ou mudança de materiais/equipamentos.

8.2 Controle dos materiais

Tabela 4 - Controle mínimo dos materiais

Material/controle	Frequência mínima	Critério
Certificado da emulsão	Todo carregamento	Conforme DNIT 128/2010-EM
Viscosidade Saybolt-Furol	Todo carregamento	Conforme classe do ligante
Resíduo seco	Todo carregamento	RR2C-E: mínimo 67%
Peneiração / carga da partícula	Todo carregamento	Conforme DNIT 128/2010-EM
Recuperação elástica do resíduo	Todo carregamento	RR2C-E: mínimo 70%
Granulometria dos agregados	2 por jornada de 8 h e por mudança	Faixa de projeto
Índice de forma	1 a cada 900 m³ ou mudança de fonte	> 0,50
Adesividade	Início, mudança de ligante/agregado e quando houver dúvida	> 90%
Los Angeles / durabilidade	Homologação e mudança de fonte	Atender Tabela 1

8.3 Controle da execução

CÓPIA NÃO CONTROLADA

A temperatura/condição de aplicação do ligante deverá ser verificada no caminhão distribuidor imediatamente antes do espargimento. A uniformidade transversal da barra deverá ser observada continuamente.

Tabela 5 - Controle das taxas de execução

Controle	Método	Frequência EPR	Tolerância
Ligante residual	Bandejas de área e massa conhecidas; para emulsão, determinar o residual após massa constante	A cada 200 m de faixa, por aplicação; mínimo 5 determinações por lote < 3.000 m²	± 0,20 L/m²
Agregado	Bandejas de área e massa conhecidas, distribuídas longitudinal e transversalmente	A cada 200 m de faixa, por aplicação; mínimo 5 determinações por lote < 3.000 m²	± 1,50 kg/m²

Deverão ser realizadas determinações adicionais após alteração de regulagem, troca de equipamento, mudança de carregamento, interrupção prolongada ou sempre que houver indicação visual de variação das taxas.

8.4 Critérios de aceitação

O serviço somente será aceito quando os materiais, as taxas e o acabamento atenderem simultaneamente ao projeto, ao segmento experimental aprovado e a esta Especificação.

- taxas de ligante e agregados dentro das tolerâncias estabelecidas;
- distribuição homogênea, sem falhas, cordões, superposição excessiva ou concentração localizada;
- agregados adequadamente aderidos após rolagem e varredura;
- ausência de exsudação, arrancamento generalizado, contaminação, segregação ou áreas sem cobertura;
- superfície limpa e estável para recebimento do CAUQ;
- registros de controle e FVS concluídos antes do encobrimento.

Como critério complementar de acabamento, quando aplicável, poderá ser verificada a regularidade com réguas de 1,20 m e 3,00 m, não se admitindo variação superior a 0,5 cm entre pontos de contato, conforme referência da DNER-ES 392/99.

8.5 Não conformidades e registros

Trechos com taxa fora dos limites, falha de aderência, deficiência ou excesso de agregado, exsudação, contaminação ou aplicação sobre base não liberada deverão ser registrados e tratados como Não Conformidade. O serviço não poderá ser encoberto pelo CAUQ antes da definição e aprovação da solução técnica.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

A solução poderá compreender correção localizada, aplicação complementar tecnicamente justificada, remoção/reexecução ou outra medida aprovada pela Engenharia da EPR. A aceitação após correção deverá ser formalmente registrada.

Deverão compor o Kit de Ensaios/Data Book, no mínimo:

- projeto/estudo da TSD aprovado;
- homologações da pedreira, fornecedor de emulsão e laboratório;
- certificados dos carregamentos e resultados de recebimento;
- granulometrias e ensaios dos agregados;
- controles de taxas de ligante e agregado por aplicação;
- registro do segmento experimental e parâmetros aprovados;
- FVS assinadas pela CONTRATADA e Fiscalização;
- registros fotográficos e rastreabilidade por rodovia, pista, faixa e quilometragem;
- NCs e respectivos tratamentos/encerramentos.

9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO (ICT)

A conformidade do **Tratamento Superficial Duplo – TSD** deverá ser considerada na apuração do **ICT – Índice de Conformidade Técnica da EPR**, vinculando a medição do serviço aos resultados do controle tecnológico e das verificações de execução.

Para fins de avaliação do ICT, deverão ser considerados, no mínimo, os seguintes parâmetros de controle:

- **taxa de aplicação do ligante asfáltico da 1ª aplicação**, conforme taxa definida no projeto aprovado;
- **taxa de aplicação do agregado da 1ª aplicação**, conforme taxa definida no projeto aprovado;
- **taxa de aplicação do ligante asfáltico da 2ª aplicação**, conforme taxa definida no projeto aprovado;
- **taxa de aplicação do agregado da 2ª aplicação**, conforme taxa definida no projeto aprovado;
- **granulometria dos agregados**, atendendo às faixas estabelecidas no projeto e nesta Especificação;
- **qualidade e conformidade do ligante asfáltico**, comprovadas pelos ensaios e certificados previstos no Plano de Ensaios;

Atendimento aos controles, inspeções e registros previstos na FVS – Ficha de Verificação de Serviço, fazem parte da liberação do pagamento da camada.

Os controles de taxa de aplicação deverão ser executados na frequência estabelecida nesta Especificação, adotando-se como unidade de controle cada segmento ou lote representativo da produção. O documento-base utilizado como referência estabelece o acompanhamento das taxas de agregado e ligantes e frequência de verificação a cada **200 m de execução**.

Os resultados deverão ser consolidados no BM com o ICT do mês, permitindo a correlação entre o percentual fisicamente medido e o percentual tecnicamente comprovado.

A existência de resultados fora dos limites de aceitação, ausência de ensaios, falta de rastreabilidade, FVS pendente ou Não Conformidade aberta deverá resultar na **retenção do respectivo segmento no BM**, até que seja apresentada e aprovada a comprovação de regularização.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Somente serão considerados como **100% tecnicamente comprovados** os quantitativos de TSD que apresentarem atendimento integral aos parâmetros de controle previstos nesta Especificação, no Plano de Ensaios, na FVS e nos demais documentos do Sistema de Gestão da Qualidade da EPR.

A medição financeira deverá considerar a relação entre o **percentual executado e o percentual tecnicamente comprovado no ICT**, não sendo admitida a certificação integral de quantitativos cuja conformidade técnica não esteja devidamente evidenciada.

10. HISTÓRICO DE REVISÕES

Rev.	Descrição	Elaborado por	Revisado por	Aprovado por
00	Emissão inicial da especificação	Eduardo Ferreira de Mello	Anderson Batista Miranda	Anderson Batista Miranda

CÓPIA NÃO CONTROLADA

11. ANEXO A – PLANO MÍNIMO DE CONTROLE

O plano abaixo deverá ser incorporado ao PCT da obra e poderá ser complementado conforme riscos e condições específicas do contrato.

Tabela A1 - Plano mínimo de controle da TSD

Etapa	Item de controle	Responsável primário	Registro mínimo
Pré-execução	Homologação de materiais e fornecedores	CONTRATADA / EPR	Relatórios de homologação
Pré-execução	Liberação da base	CONTRATADA / Supervisora	FVS / controle da base
Pré-execução	Segmento experimental	CONTRATADA / Supervisora / EPR	Relatório de validação
1ª aplicação	Taxa de ligante residual	CONTRATADA	Planilha/bandejas
1ª aplicação	Taxa e uniformidade do agregado	CONTRATADA	Planilha/bandejas
2ª aplicação	Taxa de ligante residual	CONTRATADA	Planilha/bandejas
2ª aplicação	Taxa e uniformidade do agregado	CONTRATADA	Planilha/bandejas
Final	Aderência, varredura e acabamento	CONTRATADA / Supervisora	FVS + fotos
Final	Liberação para CAUQ	Supervisora / EPR	FVS / liberação de campo

CÓPIA NÃO CONTROLADA