EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA

Diretoria de Operações – DO

Superintendência de Manutenção – DOMN

Gerência de Manutenção de Sistemas de Operações – MNOP

RELATÓRIO REFERENTE AO LEVANTAMENTO DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL (IRI) E TRANSVERSAL DAS PISTAS DE POUSOS E DECOLAGENS

Aeroporto Maestro Wilson Fonseca

Santarém (SBSN)

DEZEMBRO/2013

ÍNDICE

1 – APRESENTAÇÃO 3
2 – SITUAÇÃO CONTRATUAL 4
2.1 Edital 4
2.2 Ata de Registro de Preços 4
2.3 Solicitação de Material e Serviço – SMS 4
2.4 Período de Realização dos Levantamentos de Campo 4
3 – DETERMINAÇÃO DA IRREGULARIDADE LONGITUDINAL 5
3.1 Introdução 5
3.2 Irregularidade Longitudinal 5
3.2.1 O Perfil Aeroviário 6
3.2.2 Perfil e Conforto 8
3.2.3 Método de Cálculo do INTERNACIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI) 8
3.2.4 Memorial Descritivo e Conclusivo da Avaliação das Condições de Irregularidade Longitudinal 10
4 - RESULTADOS OBTIDOS 13
5 - REGISTRO DE AFERIÇÃO 29

1 – APRESENTAÇÃO

A **Strata Engenharia Ltda**., empresa certificada pela ISO 9001:2000, apresenta o **Relatório de Avaliação da Irregularidade Longitudinal** referente ao LEVANTAMENTO DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL (IRI) DAS PISTAS DE POUSOS E DECOLAGENS do Aeroporto Maestro Wilson Fonseca - Santarém (SBSN).

O trabalho é composto pelos seguintes elementos:

Volume 1 : Metodologia e Análise de Dados

Anexo A : Resultados da Avaliação da Irregularidade Longitudinal

Anexo B : Resultados da Avaliação da Irregularidade Transversal

Anexo C : Resultados da Avaliação das Condições de Afundamentos

2 – SITUAÇÃO CONTRATUAL

2.1 Edital

Pregão Eletrônico N° 029/DALC/SEDE/2013

Data: 23/08/2013

2.2 Ata de Registro de Preços

Número: 081 /DALC/SEDE/2013

Data: 18/09/2013

2.3 Solicitação de Material e Serviço – SMS

Número: 392/2013

Data: 11/10/2013

Escopo:

- Lote 1
    - Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado São Luiz (SBSL)
    - Aeroporto Maestro Wilson Fonseca - Santarém (SBSN)

2.4 Período de Realização dos Levantamentos de Campo

Os trabalhos de campo foram executados no período compreendido entre 25 e 26/11/2013.

Pista:

- 10/28: 2.402m x 45m

3 – DETERMINAÇÃO DA IRREGULARIDADE LONGITUDINAL

3.1 Introdução

O levantamento da irregularidade longitudinal (IRI) foi desenvolvido conforme procedimento preconizado pela classificação do HPMS Field Manual para a Classe II (sem contato). O equipamento utilizado pela Strata Engenharia foi um perfilômetro dotado de 5 unidades "lasers".

Dentre as principais qualidades dos perfilômetros, podemos destacar:

1. O notável desempenho técnico do equipamento permite a obtenção de resultados de extrema confiabilidade;
2. A operação do equipamento independe das características de suspensão da aeronave;
3. A velocidade de levantamento é determinada tão somente pelas condições de tráfego da via, podendo sofrer variações ao longo do deslocamento sem causar prejuízo à aquisição dos dados;
4. A alta produtividade de coleta de dados.

3.2 Irregularidade Longitudinal

A irregularidade é um fenômeno que possui diversas possibilidades de causa. Entre elas podemos citar fatores climáticos, ação das cargas do tráfego e até mesmo causas congênitas, resultantes de imperfeições no processo executivo ou da escolha do tipo de revestimento a ser adotado ou ainda de seus agregados constituintes.

Dentre as principais aplicações da medição de irregularidade de pavimentos podemos destacar:

1 - Controle de qualidade da construção;
2 - Estabelecimento de base sistemática, no intuito de otimizar a alocação de recursos para reabilitação dos pavimentos;
3 - Programas de reabilitação de pavimentos;
4 - Modelos de previsão de desempenho;
5 - Cadastro e caracterização de uma determinada rede viária;
6 - Projetos de restauração de pavimentos;
7 - Pesquisa;
8 - Avaliação do custo operacional das aeronaves;
9 - Previsão da deterioração dos pavimentos.

Ao contrário dos equipamentos de medição de irregularidade tipo-resposta, que estimavam o IRI pela determinação do chamado Quociente de Irregularidade – QI – através de aproximações por fórmulas empíricas, o perfilômetro a laser fornece diretamente os valores de IRI e de acordo com a necessidade de análise são definidos os intervalos de valores desejados.

A determinação do grau de rugosidade da pista possibilita a avaliação global dos impactos provocados por diversos fatores, dentre eles cita-se, as trincas, as panelas ou buracos, as falhas locais e as ondulações.

3.2.1 O Perfil Aeroviário

Uma superfície de rolamento desconfortável, ou com alto grau de rugosidade, é consequência das variações nas trilhas de roda ao longo da pista. Há diversas abordagens para a medição ou quantificação do grau de desconforto que um usuário poderá sentir ao trafegar sobre uma determinada pista. O método mais direto de quantificar as variações das elevações de superfície é através da medição do perfil longitudinal. O perfil da pista é medido ao longo de uma linha fixa no sentido de deslocamento da aeronave, como mostrado na Figura 1, que também ilustra a diferença entre os perfis transversal e longitudinal. O perfil transversal é medido na direção perpendicular à direção do movimento, enquanto que o perfil longitudinal é tomado na mesma direção do movimento. A avaliação da rugosidade está principalmente vinculada ao perfil longitudinal, enquanto os perfis transversais são utilizados para avaliar depressões e formação de trilhas de roda.

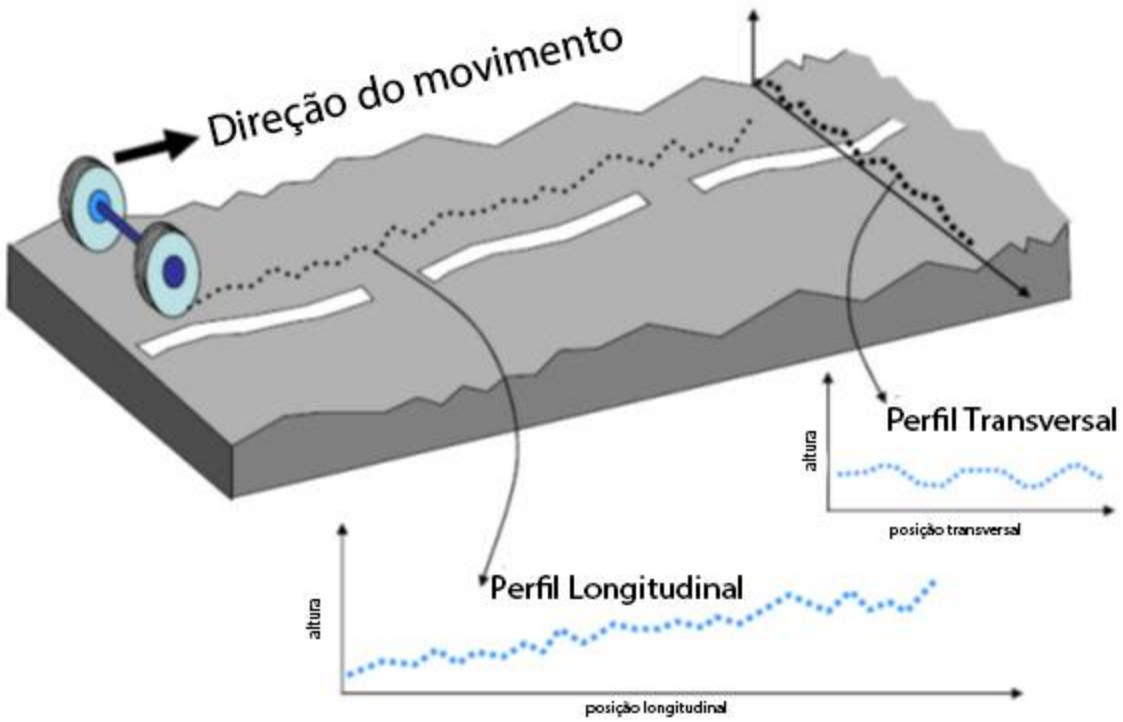


Figura 1

Os principais conceitos relacionados com a medição de um perfil aeroviário incluem:

• O intervalo de amostragem é o espaçamento entre os pontos de medição ao longo da linha de medição. A maioria dos perfilômetros pode registrar as elevações em intervalos menores que 250 milímetros quando se deslocam a velocidades de até 120 km/h;

• Um perfil pode ser subdividido em várias curvas senoidais, cada um com um diferente comprimento de onda.

• Nem todas as curvas senoidais que compõem um perfil são importantes para a rugosidade. Os comprimentos de onda que têm a maior influência sobre o conforto do usuário são aqueles entre 1 m e 30 m.

• Quando um perfil é processado para calcular o grau de rugosidade, os comprimentos de onda fora da faixa crítica são normalmente filtrados. Há vários tipos de filtros que podem ser aplicados a um perfil medido. Estes filtros podem ser uma função matemática (como um movimento médio) ou um filtro mecânico aplicado à suspensão de uma aeronave de medição, ou ainda através do uso de acelerômetros que compensam o movimento vertical da aeronave durante a medição.

3.2.2 Perfil e Conforto

O objetivo principal de um sistema de suspensão das aeronaves é absorver a energia despendida durante o pouso. Os sistemas de suspensão das aeronaves têm menos capacidade de amortecer o impacto das irregularidades da superfície devido à magnitude da energia que deve ser depreendida durante o pouso. A irregularidade dos pavimentos de pistas de pouso e decolagem é definida em termos da fadiga dos componentes das aeronaves (incremento do desgaste) e/ou outros fatores que possam afetar seu funcionamento seguro (vibrações, forças "g" excessivas, etc.).

A FAA – *Federal Aviation Association*, entidade governamental responsável pelos regulamentos e todos os aspectos da aviação civil nos Estados Unidos, define a irregularidade longitudinal como a soma dos desvios presentes na superfície de uma pista que possam acarretar nas aeronaves o aumento da fadiga dos seus componentes, a redução da capacidade de frenagem, prejuízos no funcionamento da cabine de comando, e/ou causar desconforto aos passageiros. A magnitude dos impactos depende do tamanho da aeronave, de seu peso, e da velocidade de operação. Mesmo quando a irregularidade não causa desconforto aos passageiros pode ainda afetar a vida útil da aeronave devido aos esforços adicionais provocados por defeitos do pavimento ou diminuir sua segurança operacional. Dependendo das características intrínsecas e da velocidade de operação, a aeronave pode inclusive entrar em ressonância harmônica devido às irregularidades, aumentando as forças de inércia ou vibrações dentro de sua estrutura. A ressonância é um fenômeno que ocorre quando um sistema físico recebe energia por meio de excitações de frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração. Assim, o sistema físico passa a vibrar com amplitudes cada vez maiores, conduzindo à ruptura.

3.2.3 Método de Cálculo do INTERNACIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI)

No cálculo do IRI a medição do perfil é processada através de um modelo matemático que filtra e acumula os comprimentos de onda encontrados. Este modelo foi desenvolvido e calibrado de forma a garantir que a saída (ou seja, o IRI) esteja intimamente relacionada com a percepção dos usuários da pista em relação à carga dinâmica dos pneus e seu impacto sobre o controle e segurança da aeronave.

O parâmetro IRI é determinado por um algoritmo de processamento específico, que simula as propriedades físicas do sistema de suspensão de uma aeronave em deslocamento. Os movimentos gerados pela irregularidade são acumulados e divididos pela distância percorrida gerando um índice com unidades de inclinação (m/km, mm/m, etc.).

De acordo com Barella (2008), o valor de IRI representa a passagem de um modelo de "quarto de um veiculo" com parâmetros pré-concebidos para um perfil longitudinal. Pode-se dizer que tal modelo mecânico funciona como filtro passa-banda, ou seja, um filtro que retira do sinal determinados comprimentos de onda menores que um determinado valor e maiores que outro valor, os quais não têm significância para a definição de irregularidades.

Desta forma, segundo Sayers et al. (1986) existe mais de uma maneira de se calcular o IRI de um determinado perfil, são elas:

- Através de um computador analógico e um perfil contínuo;
- Por meio de integração numérica computacional;
- Através da correlação com outros índices; e,
- Por meio do uso de uma matriz de transição de estado.

O método matriz de transição de estado é utilizado mais comumente. O seu cálculo é realizado através de quatro variáveis que dependem do perfil medido. Tais variáveis simulam a resposta dinâmica do veículo de referência, simulando assim, seu tráfego sobre o perfil. As equações das quatro variáveis são resolvidas para cada ponto do perfil, com exceção do primeiro ponto. A inclinação média dos primeiros 11 metros do perfil é usada para iniciar as variáveis com os seguintes valores:

$Z1' = Z3' = (Ya - Y1) / 11$

$Z2' = Z4' = 0$

$a = 11 / dx + 1$

Onde:

Ya = elevação do ponto a do perfil (mm)
Y1 = elevação do primeiro ponto do perfil (mm)
dx = intervalo entre os pontos do perfil (m)

A continuidade do cálculo é dada pela resolução das quatro equações recursivas abaixo para cada ponto do perfil, partindo do segundo ponto até o último.

$Z1 = S11 \times Z1' + S12 \times Z2' + S13 \times Z3' + S14 \times Z4' + P1 \times Y'$ (a)

$Z2 = S21 \times Z1' + S22 \times Z2' + S23 \times Z3' + S24 \times Z4' + P2 \times Y'$ (b)

$Z3 = S31 \times Z1' + S32 \times Z2' + S33 \times Z3' + S34 \times Z4' + P3 \times Y'$ (c)

$Z4 = S41 \times Z1' + S42 \times Z2' + S43 \times Z3' + S44 \times Z4' + P4 \times Y'$ (d)

Onde:

$Y' = (Yi - Yi\text{-}1) / dx$ (e)

$Zj' = Zj$ da posição anterior $j = 1$ a 4 (f)

Sij e Pj são coeficientes fixados para um determinado intervalo dx. Tais coeficientes estão disponíveis em Sayers et al. (1986) na forma de matrizes para os espaçamentos mais comuns e podem também ser calculados para outros espaçamentos.

As equações (a), (b), (c) e (d) devem ser resolvidas para cada posição do perfil. Depois de resolvida para um determinado ponto do perfil, a equação (f) é usada para atualizar os valores de Z1', Z2', Z3'e Z4' para o próximo ponto do perfil.

Para cada posição também a inclinação retificada (RS) do perfil filtrado é computada pela equação abaixo:

RS_i = | Z3 – Z1 | (g)

O IRI enfim é a média da variável RS por todo o comprimento do trecho. Assim, após a equação (g) ter sido resolvida para todos os pontos do perfil, o IRI é calculado com a equação abaixo:

$$IRI = \frac{1}{n-1}\sum_{i=2}^{n} RS_i$$

A escala de interpretação IRI varia, geralmente, de 0 a 16, como ilustrado na Figura 2.

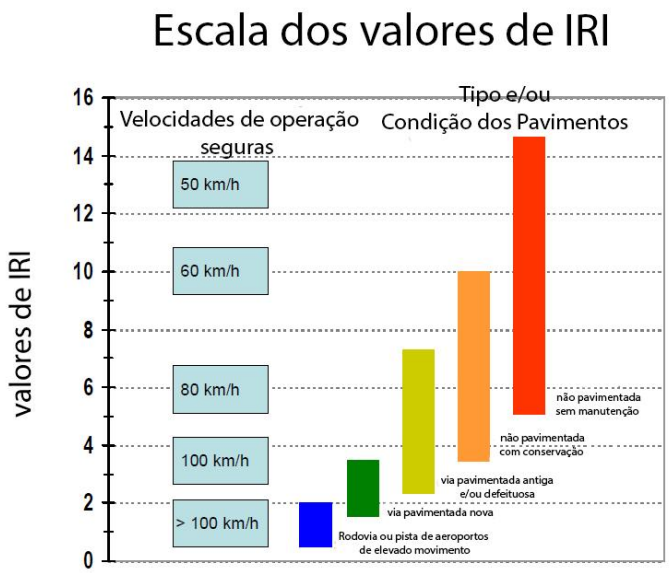


Figura 2

3.2.4 Memorial Descritivo e Conclusivo da Avaliação das Condições de Irregularidade Longitudinal

Os levantamentos de campo foram realizados de acordo com as especificações do Termo de Referência do Edital Nº 029/DALC/SEDE/2013, que preconiza a realização de medições de forma contínua, ao longo de faixas sequenciais de 3 metros de largura, perfazendo uma faixa de 18 metros de largura, com eixo coincidente ao eixo da pista. Assim sendo, foram realizadas corridas em faixas sequenciais localizadas a 3, 6 e 9 metros em relação ao eixo da pista, em ambos os lados.

Os levantamentos foram efetuados no sentido da cabeceira codificada com o menor número para a de maior número, respeitando sempre o mesmo alinhamento para início das leituras.

No volume Anexo A - Irregularidade Longitudinal são apresentados os resultados integrados em intervalos de 10 (dez) metros e os valores de IRI calculados para trechos de 100 (cem) e 500 (quinhentos) metros de comprimento.

Na sequência apresenta-se a análise dos resultados totalizados de 500 em 500 metros. A título ilustrativo é apresentada também uma figura com a indicação dos valores apurados por faixa a cada 500 metros, onde são destacados na cor vermelha todos os valores superiores à 2,0m/km.

Condição de Irregularidade Longitudinal
Maestro Wilson Fonseca
SBSN - 10-28

Intervalo de medição (Km)		3 m a esquerda do eixo	3 m a direita do eixo
Inicio	Final	CABECEIRA 28	
2,000	2,403	3,0	3,0
1,500	2,000	2,9	3,0
1,000	1,500	3,2	3,1
0,500	1,000	3,4	3,2
0,000	0,500	3,5	3,7
		CABECEIRA 10	

Pista SBSN - 10-28 a 3 metros do eixo – LD

Foram observados que 2403m dos 2403m, que são equivalentes a 100% da totalidade desta faixa estão acima dos 2.0 m/km, a saber:

- Km 0,010 ao Km 0,500 com o IRI igual a 3,7
- Km 0,500 ao Km 1,000 com o IRI igual a 3,2
- Km 1,000 ao Km 1,500 com o IRI igual a 3,1
- Km 1,500 ao Km 2,000 com o IRI igual a 3,0
- Km 2,000 ao Km 2,403 com o IRI igual a 3,0

Pista SBSN - 10-28 a 3 metros do eixo – LE

Foram observados que 2403m dos 2403m, que são equivalentes a 100% da totalidade desta faixa estão acima dos 2.0 m/km, a saber:

- Km 0,010 ao Km 0,500 com o IRI igual a 3,5
- Km 0,500 ao Km 1,000 com o IRI igual a 3,4
- Km 1,000 ao Km 1,500 com o IRI igual a 3,2
- Km 1,500 ao Km 2,000 com o IRI igual a 2,9
- Km 2,000 ao Km 2,403 com o IRI igual a 3,0

4 - RESULTADOS OBTIDOS

Os dados oriundos dos levantamentos foram devidamente tratados para possibilitar o cálculo do IRI conforme especificado no Edital. Com o objetivo de proporcionar uma melhor visualização dos resultados, os dados serão apresentados sob a forma de tabelas e gráficos de linha demonstrando a constituição da irregularidade ao longo de cada faixa avaliada.

O Aeroporto Maestro Wilson Fonseca - Santarém (SBSN) possui uma pista, a saber:

- 10/28: 2.402 metros de comprimento e 45 metros de largura constituída por pavimento flexível.

O perfilômetro adotado para o levantamento é composto por sensores a laser com 5 (cinco) unidades integradas a dispositivos acelerômetros, os quais foram devidamente calibrados. O Registro de Calibração do equipamento é apresentado neste item.

Os resultados foram integrados em intervalos de 10 (dez) metros, e os valores de IRI calculados para trechos de 100 (cem) e 500 (quinhentos) metros de comprimento.

A seguir são apresentados todos os resultados obtidos, bem como o registro de calibração do equipamento.

IRREGULARIDADE LONGITUDINAL

Maestro Wilson Fonseca

Rodovia: SBSN - 10-28

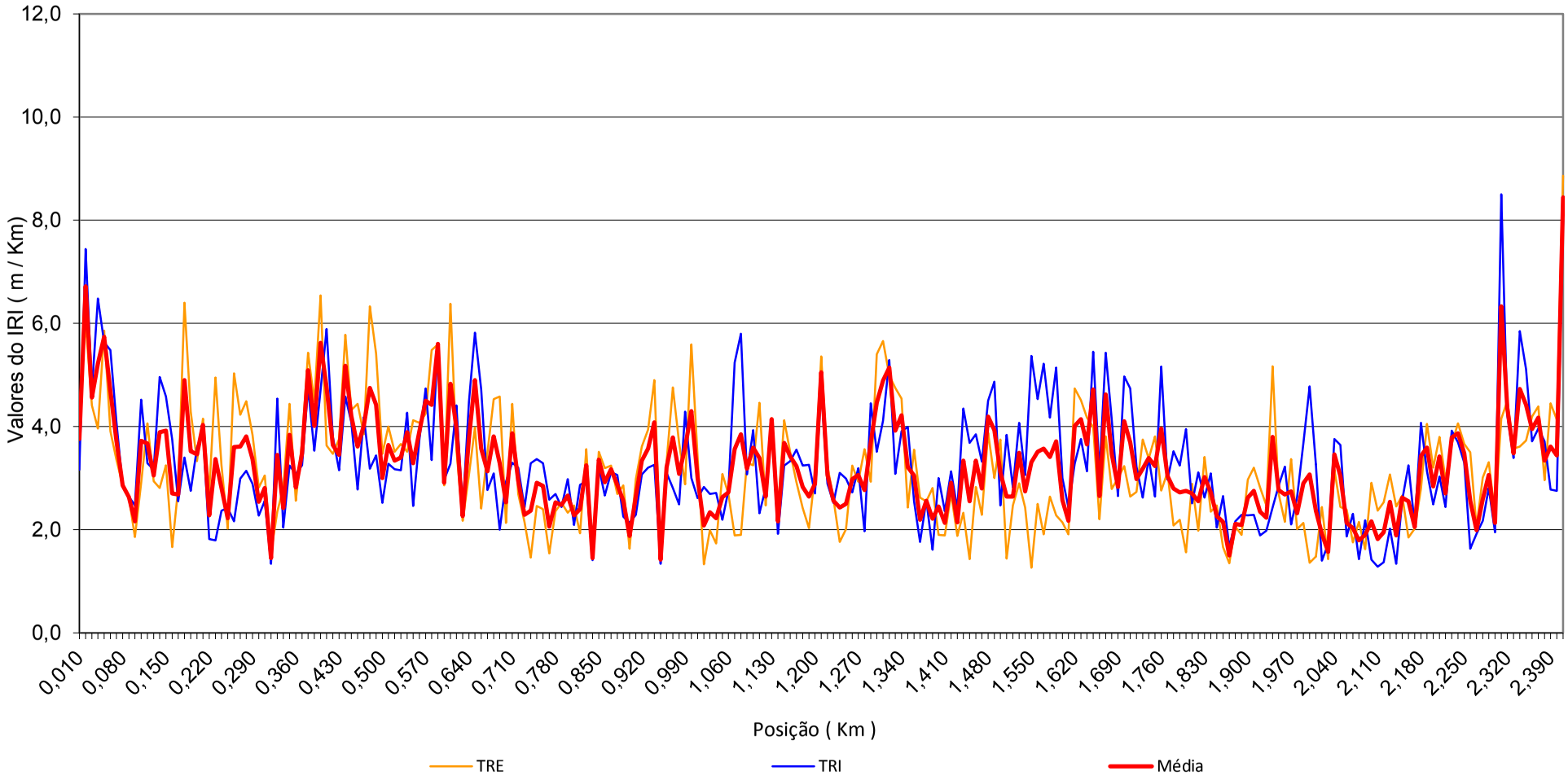
Cabeceira 10 / Cabeceira 28

3 metros do eixo - LD

001ASN1028-1SD3

strata ENGENHARIA

ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI



strata ENGENHARIA

ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI			
Via	SBSN - 10-28	Local	Maestro Wilson Fonseca
Trecho	CABECEIRA 10 / CABECEIRA 28	Arquivo	001ASN1028-1SD3
		Lado / Faixa	3 metros do eixo - LD
		Extensão (m)	2403

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LD

001ASN1028-1SD3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
0,010	4,4	3,2	3,8	4,21	3,70
0,020	6,0	7,4	6,7		
0,030	4,4	4,7	4,6		
0,040	4,0	6,5	5,2		
0,050	5,9	5,6	5,7		
0,060	3,9	5,5	4,7		
0,070	3,4	4,1	3,7		
0,080	2,9	2,9	2,9		
0,090	2,6	2,6	2,6		
0,100	1,9	2,5	2,2		
0,110	2,9	4,5	3,7	3,55	
0,120	4,1	3,3	3,7		
0,130	2,9	3,2	3,1		
0,140	2,8	5,0	3,9		
0,150	3,3	4,6	3,9		
0,160	1,7	3,8	2,7		
0,170	2,8	2,6	2,7		
0,180	6,4	3,4	4,9		
0,190	4,3	2,8	3,5		
0,200	3,3	3,6	3,5		
0,210	4,2	3,9	4,0	3,16	
0,220	2,7	1,8	2,3		
0,230	5,0	1,8	3,4		
0,240	3,3	2,4	2,8		
0,250	2,0	2,4	2,2		
0,260	5,0	2,2	3,6		
0,270	4,2	3,0	3,6		
0,280	4,5	3,1	3,8		
0,290	3,8	2,9	3,4		
0,300	2,8	2,3	2,5		
0,310	3,1	2,6	2,8	3,50	
0,320	1,6	1,3	1,5		
0,330	2,4	4,5	3,5		
0,340	2,8	2,0	2,4		
0,350	4,4	3,2	3,8		
0,360	2,6	3,1	2,8		
0,370	3,7	3,3	3,5		
0,380	5,4	4,8	5,1		
0,390	4,5	3,5	4,0		
0,400	6,5	4,7	5,6		
0,410	3,6	5,9	4,8	4,10	
0,420	3,5	3,8	3,6		
0,430	3,8	3,2	3,5		
0,440	5,8	4,6	5,2		
0,450	4,3	4,1	4,2		
0,460	4,4	2,8	3,6		
0,470	3,9	4,2	4,0		
0,480	6,3	3,2	4,8		
0,490	5,4	3,4	4,4		
0,500	3,5	2,5	3,0		
0,510	4,0	3,3	3,6	3,89	3,22
0,520	3,5	3,2	3,3		
0,530	3,7	3,2	3,4		

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LD

001ASN1028-1SD3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
0,540	3,5	4,3	3,9		
0,550	4,1	2,5	3,3		
0,560	4,1	3,8	3,9		
0,570	4,3	4,7	4,5		
0,580	5,5	3,4	4,4		
0,590	5,6	5,6	5,6		
0,600	2,9	3,0	2,9		
0,610	6,4	3,3	4,8	3,60	
0,620	3,5	4,4	4,0		
0,630	2,2	2,4	2,3		
0,640	3,1	4,5	3,8		
0,650	4,0	5,8	4,9		
0,660	2,4	4,7	3,6		
0,670	3,5	2,8	3,1		
0,680	4,5	3,1	3,8		
0,690	4,6	2,0	3,3		
0,700	2,1	2,9	2,5		
0,710	4,4	3,3	3,9	2,70	
0,720	2,7	3,2	3,0		
0,730	2,2	2,4	2,3		
0,740	1,5	3,3	2,4		
0,750	2,5	3,4	2,9		
0,760	2,4	3,3	2,9		
0,770	1,5	2,6	2,1		
0,780	2,4	2,7	2,5		
0,790	2,5	2,4	2,5		
0,800	2,3	3,0	2,7		
0,810	2,5	2,1	2,3	2,61	
0,820	1,9	2,9	2,4		
0,830	3,6	2,9	3,3		
0,840	1,5	1,4	1,5		
0,850	3,5	3,2	3,4		
0,860	3,2	2,7	2,9		
0,870	3,2	3,1	3,2		
0,880	2,7	3,1	2,9		
0,890	2,9	2,3	2,6		
0,900	1,6	2,1	1,9		
0,910	3,0	2,3	2,6	3,30	
0,920	3,6	3,1	3,3		
0,930	3,9	3,2	3,6		
0,940	4,9	3,3	4,1		
0,950	1,5	1,3	1,4		
0,960	3,3	3,1	3,2		
0,970	4,8	2,8	3,8		
0,980	3,7	2,5	3,1		
0,990	2,9	4,3	3,6		
1,000	5,6	3,0	4,3		
1,010	3,4	2,6	3,0	2,92	3,14
1,020	1,3	2,8	2,1		
1,030	2,0	2,7	2,3		
1,040	1,7	2,7	2,2		
1,050	3,1	2,2	2,6		

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LD

001ASN1028-1SD3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
1,060	2,7	2,8	2,7		
1,070	1,9	5,2	3,6		
1,080	1,9	5,8	3,9		
1,090	3,3	3,1	3,2		
1,100	3,3	3,9	3,6		
1,110	4,5	2,3	3,4	3,10	
1,120	2,5	2,8	2,6		
1,130	4,2	4,1	4,1		
1,140	2,4	1,9	2,2		
1,150	4,1	3,2	3,7		
1,160	3,5	3,3	3,4		
1,170	2,9	3,6	3,2		
1,180	2,4	3,2	2,8		
1,190	2,0	3,3	2,6		
1,200	3,1	2,7	2,9		
1,210	5,4	4,7	5,1	3,26	
1,220	3,2	2,9	3,1		
1,230	2,6	2,5	2,6		
1,240	1,8	3,1	2,4		
1,250	2,0	3,0	2,5		
1,260	3,2	2,7	3,0		
1,270	2,9	3,2	3,1		
1,280	3,6	2,0	2,8		
1,290	2,9	4,5	3,7		
1,300	5,4	3,5	4,5		
1,310	5,7	4,1	4,9	3,38	
1,320	5,0	5,3	5,1		
1,330	4,8	3,1	3,9		
1,340	4,5	3,9	4,2		
1,350	2,4	4,0	3,2		
1,360	3,6	2,6	3,1		
1,370	2,6	1,8	2,2		
1,380	2,6	2,6	2,6		
1,390	2,8	1,6	2,2		
1,400	1,9	3,0	2,5		
1,410	1,9	2,4	2,1	3,04	
1,420	2,7	3,1	2,9		
1,430	1,9	2,4	2,1		
1,440	2,3	4,4	3,3		
1,450	1,4	3,7	2,6		
1,460	2,8	3,9	3,3		
1,470	2,3	3,3	2,8		
1,480	3,9	4,5	4,2		
1,490	3,0	4,9	3,9		
1,500	3,8	2,5	3,1		
1,510	1,4	3,8	2,6	3,16	3,02
1,520	2,5	2,8	2,6		
1,530	2,9	4,1	3,5		
1,540	2,4	3,1	2,7		
1,550	1,3	5,4	3,3		
1,560	2,5	4,5	3,5		
1,570	1,9	5,2	3,6		

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LD

001ASN1028-1SD3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
1,580	2,6	4,2	3,4		
1,590	2,3	5,1	3,7		
1,600	2,1	3,0	2,6		
1,610	1,9	2,4	2,2	3,63	
1,620	4,7	3,3	4,0		
1,630	4,5	3,8	4,1		
1,640	4,2	3,1	3,7		
1,650	4,0	5,5	4,7		
1,660	2,2	3,1	2,7		
1,670	3,8	5,4	4,6		
1,680	2,8	4,1	3,5		
1,690	3,0	2,7	2,8		
1,700	3,2	5,0	4,1		
1,710	2,6	4,7	3,7	3,17	
1,720	2,7	3,2	3,0		
1,730	3,8	2,6	3,2		
1,740	3,4	3,4	3,4		
1,750	3,8	2,6	3,2		
1,760	2,8	5,2	4,0		
1,770	3,1	3,0	3,0		
1,780	2,1	3,5	2,8		
1,790	2,2	3,2	2,7		
1,800	1,6	4,0	2,8		
1,810	2,9	2,5	2,7	2,37	
1,820	2,0	3,1	2,6		
1,830	3,4	2,6	3,0		
1,840	2,4	3,1	2,7		
1,850	2,5	2,0	2,3		
1,860	1,7	2,7	2,2		
1,870	1,4	1,7	1,5		
1,880	2,1	2,2	2,1		
1,890	1,9	2,3	2,1		
1,900	3,0	2,3	2,6		
1,910	3,2	2,3	2,8	2,76	
1,920	2,8	1,9	2,4		
1,930	2,5	2,0	2,2		
1,940	5,2	2,4	3,8		
1,950	2,7	2,9	2,8		
1,960	2,2	3,2	2,7		
1,970	3,4	2,1	2,7		
1,980	2,0	2,6	2,3		
1,990	2,1	3,7	2,9		
2,000	1,4	4,8	3,1		
2,010	1,5	3,3	2,4	2,24	3,03
2,020	2,4	1,4	1,9		
2,030	1,4	1,7	1,6		
2,040	3,2	3,8	3,5		
2,050	2,4	3,6	3,0		
2,060	2,4	1,9	2,1		
2,070	1,8	2,3	2,0		
2,080	2,2	1,4	1,8		
2,090	1,6	2,2	1,9		

ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LD

001ASN1028-1SD3 Extensão (m): 2403

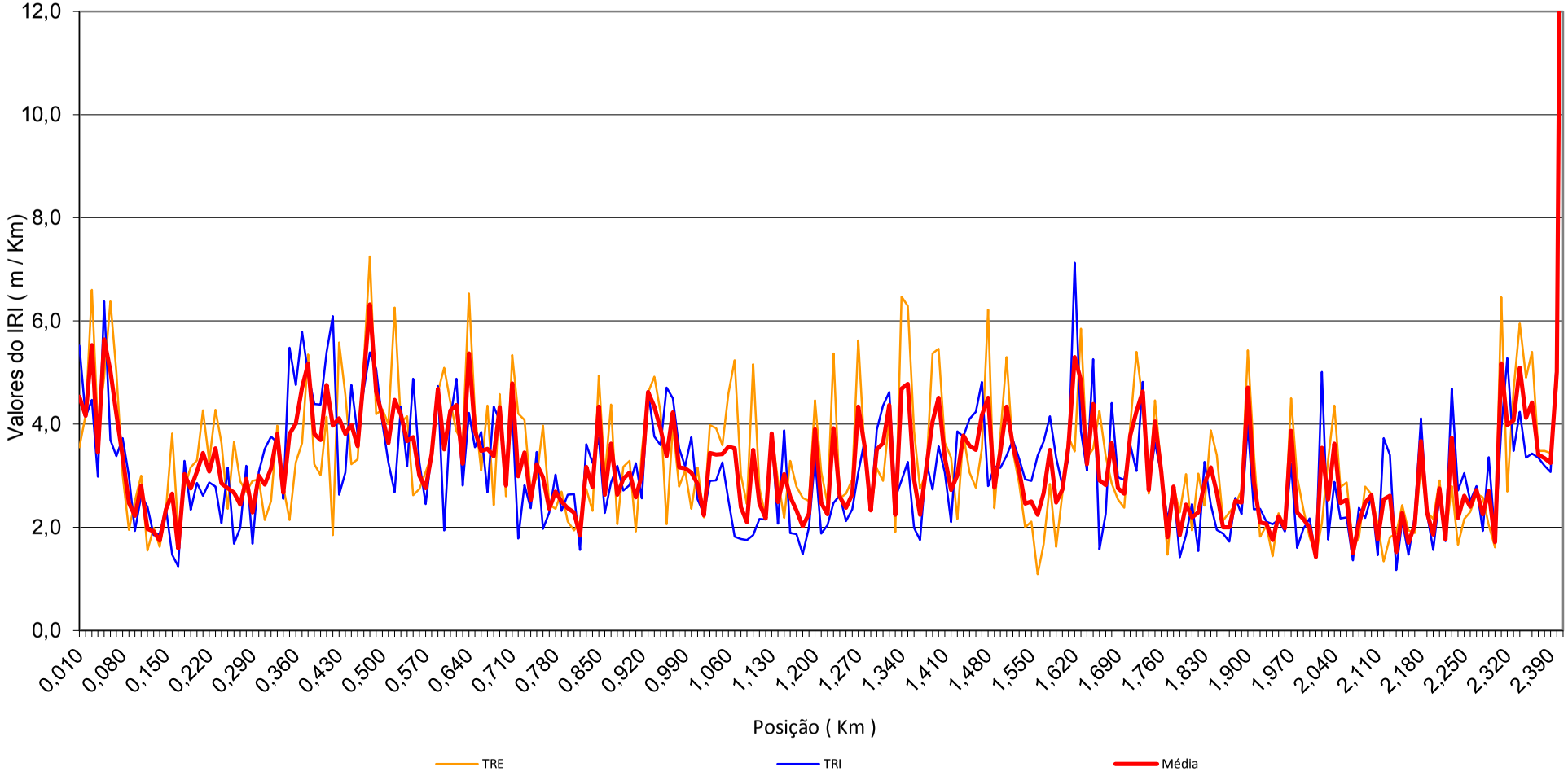
km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
2,100	2,9	1,4	2,2		
2,110	2,4	1,3	1,8	2,53	
2,120	2,5	1,4	2,0		
2,130	3,1	2,0	2,5		
2,140	2,5	1,3	1,9		
2,150	2,7	2,6	2,6		
2,160	1,9	3,3	2,6		
2,170	2,0	2,1	2,1		
2,180	2,8	4,1	3,4		
2,190	4,1	3,1	3,6		
2,200	3,2	2,5	2,8		
2,210	3,8	3,0	3,4	2,96	
2,220	3,0	2,4	2,7		
2,230	3,7	3,9	3,8		
2,240	4,1	3,7	3,9		
2,250	3,7	3,3	3,5		
2,260	3,5	1,6	2,6		
2,270	2,1	1,9	2,0		
2,280	3,0	2,2	2,6		
2,290	3,3	2,8	3,1		
2,300	2,3	2,0	2,1		
2,310	4,2	8,5	6,3	4,18	
2,320	4,5	4,2	4,4		
2,330	3,6	3,4	3,5		
2,340	3,6	5,9	4,7		
2,350	3,7	5,1	4,4		
2,360	4,2	3,7	4,0		
2,370	4,4	4,0	4,2		
2,380	3,0	3,7	3,3		
2,390	4,5	2,8	3,6		
2,400	4,1	2,8	3,4		
2,403	8,9	8,0	8,4	8,44	

Maestro Wilson Fonseca
Rodovia: SBSN - 10-28
Cabeceira 10 / Cabeceira 28
3 metros do eixo - LE

001ASN1028-1SE3

strata ENGENHARIA

ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI



strata ENGENHARIA

ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI			
Via	SBSN - 10-28	Local	Maestro Wilson Fonseca
Trecho	CABECEIRA 10 / CABECEIRA 28	Arquivo	001ASN1028-1SE3
		Lado / Faixa	3 metros do eixo - LE
		Extensão (m)	2403

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LE

001ASN1028-1SE3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
0,010	3,6	5,5	4,5	4,06	3,51
0,020	4,2	4,1	4,2		
0,030	6,6	4,5	5,5		
0,040	3,9	3,0	3,5		
0,050	4,9	6,4	5,6		
0,060	6,4	3,7	5,0		
0,070	5,0	3,4	4,2		
0,080	3,0	3,7	3,4		
0,090	2,0	3,0	2,5		
0,100	2,5	1,9	2,2		
0,110	3,0	2,6	2,8	2,39	
0,120	1,6	2,4	2,0		
0,130	2,0	1,9	1,9		
0,140	1,6	1,9	1,7		
0,150	2,3	2,4	2,4		
0,160	3,8	1,5	2,7		
0,170	2,0	1,2	1,6		
0,180	2,8	3,3	3,0		
0,190	3,2	2,3	2,8		
0,200	3,3	2,9	3,1		
0,210	4,3	2,6	3,4	2,90	
0,220	3,3	2,9	3,1		
0,230	4,3	2,8	3,5		
0,240	3,6	2,1	2,9		
0,250	2,4	3,2	2,8		
0,260	3,7	1,7	2,7		
0,270	2,9	2,0	2,4		
0,280	2,7	3,2	2,9		
0,290	2,9	1,7	2,3		
0,300	2,9	3,1	3,0		
0,310	2,1	3,5	2,8	3,76	
0,320	2,5	3,8	3,1		
0,330	4,0	3,6	3,8		
0,340	2,8	2,6	2,7		
0,350	2,1	5,5	3,8		
0,360	3,3	4,8	4,0		
0,370	3,6	5,8	4,7		
0,380	5,4	5,0	5,2		
0,390	3,2	4,4	3,8		
0,400	3,0	4,4	3,7		
0,410	4,1	5,4	4,8	4,42	
0,420	1,9	6,1	4,0		
0,430	5,6	2,6	4,1		
0,440	4,6	3,1	3,8		
0,450	3,2	4,8	4,0		
0,460	3,3	3,8	3,6		
0,470	5,2	4,7	4,9		
0,480	7,3	5,4	6,3		
0,490	4,2	5,1	4,6		
0,500	4,3	4,0	4,2		
0,510	4,0	3,3	3,6	3,71	3,41
0,520	6,3	2,7	4,5		
0,530	4,0	4,3	4,2		

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LE

001ASN1028-1SE3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
0,540	4,2	3,2	3,7		
0,550	2,6	4,9	3,8		
0,560	2,7	3,3	3,0		
0,570	3,1	2,5	2,8		
0,580	3,4	3,5	3,4		
0,590	4,6	4,7	4,7		
0,600	5,1	1,9	3,5		
0,610	4,4	4,1	4,3	3,86	
0,620	3,9	4,9	4,4		
0,630	3,7	2,8	3,2		
0,640	6,5	4,2	5,4		
0,650	4,2	3,6	3,9		
0,660	3,1	3,9	3,5		
0,670	4,4	2,7	3,5		
0,680	2,4	4,3	3,4		
0,690	4,6	4,1	4,3		
0,700	2,6	3,0	2,8		
0,710	5,3	4,2	4,8	2,99	
0,720	4,2	1,8	3,0		
0,730	4,1	2,8	3,5		
0,740	2,7	2,4	2,5		
0,750	3,0	3,5	3,2		
0,760	4,0	2,0	3,0		
0,770	2,4	2,3	2,4		
0,780	2,4	3,0	2,7		
0,790	2,7	2,3	2,5		
0,800	2,1	2,6	2,4		
0,810	1,9	2,6	2,3	2,93	
0,820	2,1	1,6	1,8		
0,830	2,7	3,6	3,2		
0,840	2,3	3,3	2,8		
0,850	4,9	3,7	4,3		
0,860	3,0	2,3	2,6		
0,870	4,4	2,9	3,6		
0,880	2,1	3,2	2,6		
0,890	3,2	2,7	2,9		
0,900	3,3	2,8	3,1		
0,910	1,9	3,2	2,6	3,54	
0,920	3,5	2,6	3,0		
0,930	4,6	4,6	4,6		
0,940	4,9	3,8	4,3		
0,950	4,2	3,6	3,9		
0,960	2,1	4,7	3,4		
0,970	4,0	4,5	4,2		
0,980	2,8	3,5	3,2		
0,990	3,1	3,2	3,1		
1,000	2,4	3,8	3,1		
1,010	3,2	2,5	2,8	3,04	3,18
1,020	2,2	2,3	2,2		
1,030	4,0	2,9	3,4		
1,040	3,9	2,9	3,4		
1,050	3,6	3,3	3,4		

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LE

001ASN1028-1SE3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
1,060	4,6	2,5	3,6		
1,070	5,2	1,8	3,5		
1,080	3,0	1,8	2,4		
1,090	2,5	1,8	2,1		
1,100	5,2	1,9	3,5		
1,110	2,8	2,2	2,5	2,71	
1,120	2,2	2,2	2,2		
1,130	3,8	3,8	3,8		
1,140	2,9	2,1	2,5		
1,150	2,2	3,9	3,0		
1,160	3,3	1,9	2,6		
1,170	2,8	1,9	2,3		
1,180	2,6	1,5	2,0		
1,190	2,5	2,0	2,3		
1,200	4,5	3,3	3,9		
1,210	3,1	1,9	2,5	3,00	
1,220	2,5	2,0	2,3		
1,230	5,4	2,5	3,9		
1,240	2,6	2,6	2,6		
1,250	2,7	2,1	2,4		
1,260	2,9	2,4	2,6		
1,270	5,6	3,1	4,3		
1,280	3,5	3,7	3,6		
1,290	2,3	2,3	2,3		
1,300	3,1	3,9	3,5		
1,310	2,9	4,4	3,6	3,66	
1,320	4,1	4,6	4,4		
1,330	1,9	2,6	2,2		
1,340	6,5	2,9	4,7		
1,350	6,3	3,3	4,8		
1,360	3,9	2,0	2,9		
1,370	2,7	1,8	2,2		
1,380	3,1	3,3	3,2		
1,390	5,4	2,7	4,1		
1,400	5,5	3,6	4,5		
1,410	3,6	3,1	3,4	3,49	
1,420	3,4	2,1	2,7		
1,430	2,2	3,9	3,0		
1,440	3,8	3,8	3,8		
1,450	3,1	4,1	3,6		
1,460	2,8	4,2	3,5		
1,470	3,5	4,8	4,2		
1,480	6,2	2,8	4,5		
1,490	2,4	3,2	2,8		
1,500	3,8	3,2	3,5		
1,510	5,3	3,4	4,3	2,96	2,94
1,520	3,5	3,7	3,6		
1,530	2,9	3,3	3,1		
1,540	2,0	2,9	2,5		
1,550	2,1	2,9	2,5		
1,560	1,1	3,4	2,2		
1,570	1,7	3,7	2,7		

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LE

001ASN1028-1SE3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
1,580	2,8	4,2	3,5		
1,590	1,6	3,4	2,5		
1,600	2,7	2,8	2,7		
1,610	3,8	3,4	3,6	3,61	
1,620	3,5	7,1	5,3		
1,630	5,9	3,9	4,9		
1,640	3,4	3,1	3,2		
1,650	3,5	5,3	4,4		
1,660	4,3	1,6	2,9		
1,670	3,4	2,3	2,8		
1,680	2,9	4,4	3,6		
1,690	2,5	3,0	2,8		
1,700	2,4	2,9	2,7		
1,710	4,0	3,6	3,8	3,14	
1,720	5,4	3,1	4,3		
1,730	4,4	4,8	4,6		
1,740	2,7	2,8	2,7		
1,750	4,5	3,6	4,1		
1,760	3,1	3,0	3,1		
1,770	1,5	2,1	1,8		
1,780	2,8	2,8	2,8		
1,790	2,3	1,4	1,9		
1,800	3,0	1,9	2,4		
1,810	1,9	2,5	2,2	2,69	
1,820	3,0	1,5	2,3		
1,830	2,4	3,3	2,9		
1,840	3,9	2,4	3,2		
1,850	3,4	2,0	2,7		
1,860	2,1	1,9	2,0		
1,870	2,3	1,7	2,0		
1,880	2,4	2,6	2,5		
1,890	2,7	2,3	2,5		
1,900	5,4	4,0	4,7		
1,910	3,4	2,4	2,9	2,33	
1,920	1,8	2,4	2,1		
1,930	2,0	2,1	2,1		
1,940	1,4	2,1	1,8		
1,950	2,3	2,1	2,2		
1,960	2,0	1,9	2,0		
1,970	4,5	3,2	3,9		
1,980	3,0	1,6	2,3		
1,990	2,4	2,0	2,2		
2,000	1,8	2,2	2,0		
2,010	1,5	1,4	1,4	2,48	2,96
2,020	2,1	5,0	3,5		
2,030	3,3	1,8	2,5		
2,040	4,4	2,9	3,6		
2,050	2,8	2,2	2,5		
2,060	2,9	2,2	2,5		
2,070	1,6	1,4	1,5		
2,080	1,8	2,4	2,1		
2,090	2,8	2,2	2,5		

strata ENGENHARIA — ÍNDICE DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL - IRI

Via: SBSN - 10-28 Trecho: Cabeceira 10 / Cabeceira 28 3 metros do eixo - LE

001ASN1028-1SE3 Extensão (m): 2403

km	IRI (D)	IRI (E)	IRI (M)	IRI 100M (M)	IRI 500M (M)
2,100	2,6	2,6	2,6		
2,110	2,1	1,5	1,8	2,23	
2,120	1,3	3,7	2,5		
2,130	1,8	3,4	2,6		
2,140	1,9	1,2	1,5		
2,150	2,4	2,1	2,3		
2,160	1,9	1,5	1,7		
2,170	1,9	2,2	2,0		
2,180	3,2	4,1	3,7		
2,190	2,3	2,3	2,3		
2,200	2,2	1,6	1,9		
2,210	2,9	2,6	2,8	2,48	
2,220	1,8	1,7	1,8		
2,230	2,8	4,7	3,7		
2,240	1,7	2,7	2,2		
2,250	2,2	3,1	2,6		
2,260	2,3	2,5	2,4		
2,270	2,7	2,8	2,7		
2,280	2,6	1,9	2,3		
2,290	2,0	3,4	2,7		
2,300	1,6	1,8	1,7		
2,310	6,5	3,9	5,2	4,19	
2,320	2,7	5,3	4,0		
2,330	4,7	3,5	4,1		
2,340	6,0	4,2	5,1		
2,350	4,9	3,4	4,1		
2,360	5,4	3,4	4,4		
2,370	3,5	3,4	3,4		
2,380	3,5	3,2	3,3		
2,390	3,4	3,1	3,3		
2,400	4,7	5,3	5,0		
2,403	20,2	23,7	21,9	21,94	

5 - REGISTRO DE AFERIÇÃO

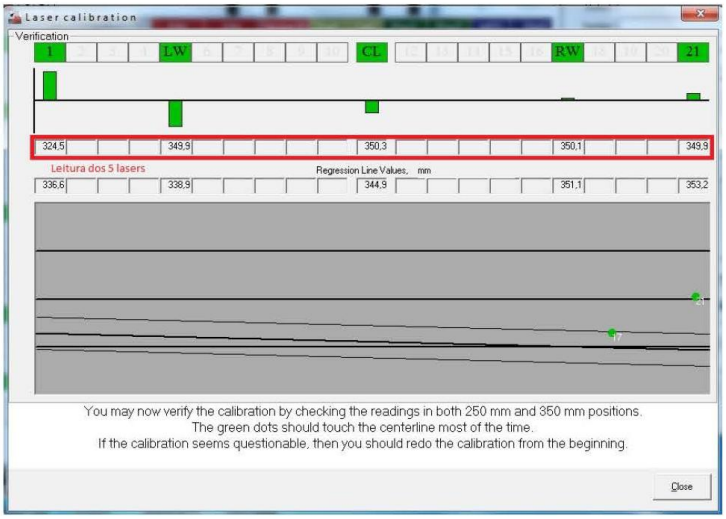
Registro de Aferição

Equipamento: Dynatest Mark III Laser Profiler

A - Metodologia

A aferição do equipamento consiste na leitura do tamanho de um bloco de dimensões conhecidas (25mm x 50mm x 80mm). É afixada uma barra de calibração a 350mm de distância de todos os lasers e acima da barra e então colocado o bloco da seguinte forma:

A figura abaixo representa a tela do software de operação do equipamento na seção de aferição das unidades laser.



A tolerância máxima de variação aceitável para a aferição é de ±5% em relação ao tamanho do bloco.

B - Resultados

Data: 27/11/2013

Local: Aeroporto de Santarém/Maestro Wilson Fonseca – PA

Operador: Renato Eugenio

Blocos(mm)	Laser 1(mm)		Laser 2(mm)		Laser 3(mm)		Laser 4(mm)		Laser 5(mm)	
	Medição	dif(%)	Medição	dif(%)	Medição	dif(%)	Medição	dif(%)	Medição	dif(%)
25	25.8	3.2	25.1	0.4	24.7	-1.2	24.9	-0.4	25.2	0.8
50	51.5	3	50.2	0.4	49.9	-0.2	49.9	-0.2	50.3	0.6
80	81.8	2.25	80.4	0.5	80	0	80.1	0.125	80.5	0.625

Status: **APROVADO**