



# Vigas Guia Monotrilho Metrô SP: Fabricação, Logística e Precisão



# Roteiro da Apresentação

- ✓ Características Gerais Vigas
- ✓ Instalações Fabris Linhas 15 e 17
- ✓ Procedimento Executivo
- ✓ Tolerâncias e Seções Transversais
- ✓ Serviços Área de Estoque
- ✓ Transporte
- ✓ Içamento/ Instalação
- ✓ Consolidação/ Monolitização

# Características Gerais

	Linha 15 - Prata	Linha 17 - Ouro
Comprimento (m)	30	30
Volume Concreto (m <sup>3</sup> ) / Resistência (Mpa)	25/ 50	32/ 45
Altura Próximo Apoio (m)/ Centro Viga (m)	2,05/ 1,60	2,20/ 1,60
Largura (m)	0,69	0,80
Linhas de protensão	4 (2 Transporte, 2 consolidação)	4 (2 Transporte, 2 consolidação)

# Instalações Fabris Linhas 15 e 17

- Linha 15 – Terreno na Av. Jacú-Pêssego, com área total de **58 mil m<sup>2</sup>**, com: 8 jogos de fôrmas de viga guia, sendo **4 fôrmas para vigas guia retas e 4 fôrmas para vigas guia curvas**, área de estoque, área de armação edifícios de apoio e administrativos. Fabricante das fôrmas: Helser Industries (EUA), Contratadas: CEML – Consórcio Expresso Monotrilho Leste (CQG, OAS e Bombardier)
- Linha 17 – Terreno em Cajamar com área total **83mil m<sup>2</sup>**, ocupação de 66 mil m<sup>2</sup>, contendo galpão com **3 linhas de fabricação**, área de estoque e edifícios de apoio e administrativos. Fabricante das formas Ninive (Itália), Contratada: Consórcio Monotrilho Integração (AG, CR Almeida, MPE, Scomi)

# Pátio de Vigas



# Procedimento Executivo

- Linha 15 – A fabricação das vigas guia curvas segue a sequência: armação, posicionamento dos insertos, içamento e inserção da estrutura na fôrma, fixação dos insertos dos trilhos de energia, ajuste topográfico da fôrma, concretagem, saque da viga guia da fôrma, posicionamento no estoque. Para viga guia retas, segue-se o mesmo procedimento, porém acrescentando a passagem das cordoalhas e pré-protensão das mesmas, antes da fixação dos insertos dos trilhos de energia.

# Procedimento Executivo

- Linha 17 – O processo de fabricação é realizado em tres linhas de montagem, dividido em 5 módulos, realiza-se a formatação do fundo da forma posicionada sobre trolleys com auxílio topográfico, em seguida armação é posicionada sobre o fundo e faz-se a finalização da montagem instalação de insertos e o fechamento das “cabeças” das vigas, o trolley então é posicionado na região das formas, que são fechadas, travadas e concreta-se a Viga, seguindo após 12 h para cura química, que após o atingimento de 25 Mpa é liberada a protensão para na sequência ser transportada e estocada. O processo de fabricação de uma Viga dura 5 dias. Capacidade máxima 3 Vigas/ dia.

# Fabricação Vigas Linha 15





# Fabricação Vigas Linha 17



# Tolerâncias e Seções Transversais

	Linha 15 - Prata	Linha 17 – Ouro
Superfície	Ao longo de 20000mm de corda $\pm 6\text{mm}$ em qualquer 3000mm de corda $\pm 3\text{mm}$	Em qualquer 3000mm de corda $\pm 3\text{mm}$
Largura	690 mm $\pm 3\text{mm}$	800mm $\pm 6\text{mm}$
Rugosidade/ Acabamento	- / Escovado	$0,7 < \mu < 1,2$ / Sarrafeado
Cota	Nas Estações e Switches $\pm 3\text{mm}$ No traçado $\pm 6\text{mm}$ Eixo 1,5mm em 1500mm Inclinação transversal efetiva $\pm 0,5\%$ (0,28°)	Em qualquer 3000mm de corda $\pm 3\text{mm}$

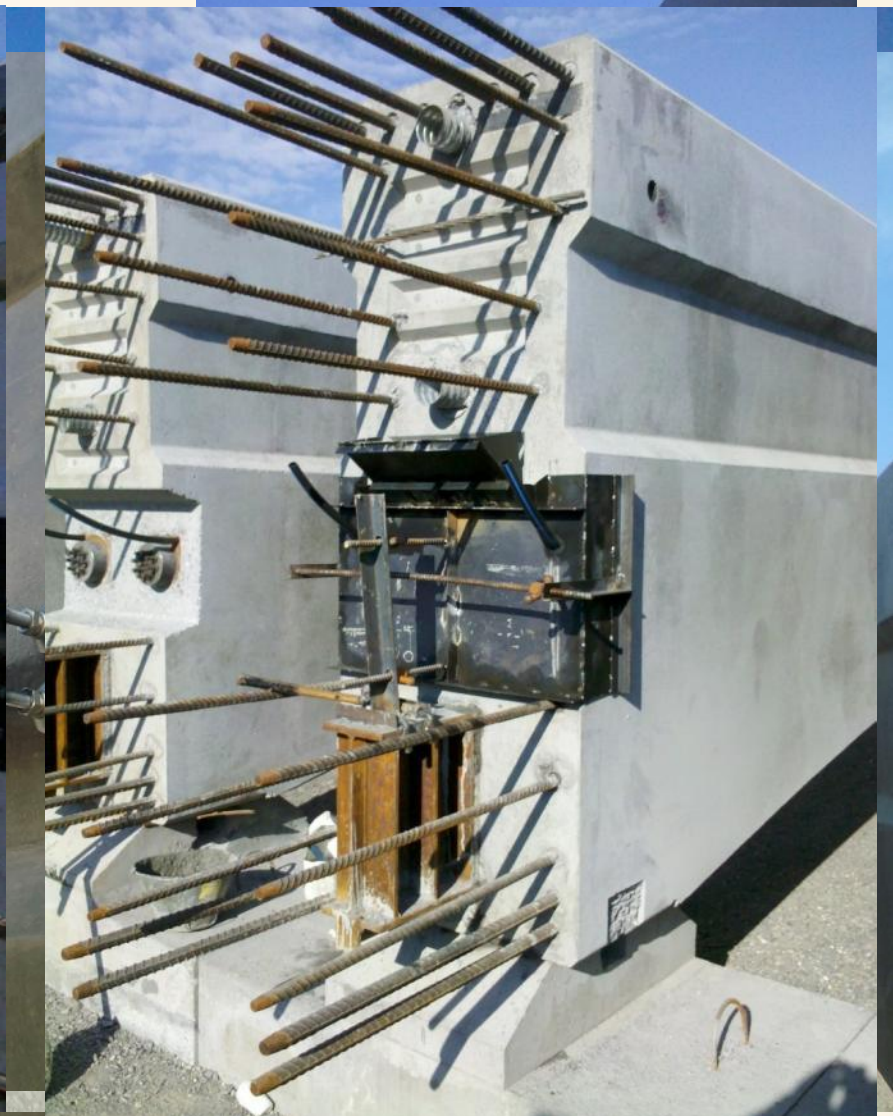
# Serviços na Área de Estoque

- Linha 15 –Executada a cura química nas vigas guia. Nas vigas curvas são passadas as cordoalhas nas bainhas S1 e S2 e realizada as respectivas protensões. Na sequência, as bainhas são preenchidas com calda de cimento e realizado o grauteamento das cabeças de potensão.

# Serviços na Área de Estoque

- Linha 17 – Na área de estoque são realizados os serviços de grauteamento das cabeças de protensão e injeção de calda nas bainhas, instalação de chumbadores para o 3º e 4º trilhos, e tratamento da viga com verniz antipichação.

# Serviços Área de Estoque



# Transporte

- **Linha 15** - São transportadas, em média, duas vigas por noite, com acompanhamento de batedores da **CET** e empresa contratada. As vigas guia já acopladas a gravatas, são posicionadas sobre linhas de eixo, que são rebocadas por um caminhão. Saindo da fábrica de vigas após as 21h, há um intervalo de 15 minutos entre o transporte de uma viga e outra, para auxiliar na fluidez do trânsito. O transporte dura cerca de 40 minutos até o local de instalação. Entre os capitéis já estão posicionados os guindastes responsáveis pelo içamento que será executado após a chegada da segunda viga guia.

# Transporte

- **Linha 17** – Por se tratar de um transporte de cargas especiais, antes de efetivada a locação foi realizada simulação de transporte para verificação do cumprimento de requisitos necessários, tais como trajeto, raio mínimo, pontos de atenção. Também foram realizadas consultas junto à empresa **concessionária da rodovia (CCR)** para alinhamento das condicionantes do transporte. Para realização de transporte de cargas especiais é necessário que seja expedido pelo **Departamento de Estradas de Rodagem (DER)** a **Autorização Especial de Trânsito (AET)**. Esta autorização deve contemplar todos os dados do objeto a ser transportado, bem como seu conjunto transportador, onde citamos: placas dos veículos, peso do conjunto transportador + viga - guia, altura e largura máximas, distância entre as linhas de eixo. De posse desta AET é então realizada a programação de transporte junto à concessionária, que determina o dia e horário que a carga poderá se deslocar pela Rodovia, já acordado com a **Polícia Militar Rodoviária Estadual (PMRE)**, considerando o fluxo de veículos da rodovia e seus picos, enquanto que a PMRE é quem determina se o transporte ocorrerá ou não tendo como foco a segurança do usuário. A viga é transportada com o auxílio da PMRE até a chegada na cidade, onde é substituída por batedores da **Companhia de Engenharia de Tráfego (CET)**, que escolta as vigas até o local final de lançamento. São transportadas duas vigas por noite.

# Transporte - Imagens



Linha 15 - Prata



Linha 17 - Ouro





# Içamento / Instalação



*Chegada do caminhão transportando a viga guia. A viga fica posicionada entre os pilares sobre os quais ela será instalada. São retirados os cabos e correntes de fixação, ficando apenas apoiadas as gravatas nas linhas de eixo.*



*Cabos de aço são presos nas gravatas e gancho do guindaste. Dá-se início o içamento da viga. Neste momento o trânsito fica impedido na duas faixas.*



*Depois do encaixe do hanger no suporte sobre o pilar, são fixados os suportes de apoio. Neles é feito o ajuste de inclinação que darão as vigas a superelevação prevista em projeto.*



*As cargas da viga são soltas pelos guindastes e as vigas estão completamente apoiadas sobre os pilares. Com auxílio de outro guindaste menor e da plataforma elevatória, as gravatas são retiradas. Todos equipamentos recolhidos e a pista, até então ocupada, é liberada para o tráfego.*

# Consolidação / Monolitização

A cada quatro vãos de pilares, em média, há uma estrutura monolítica formada por quatro vigas consecutivas. As vigas são fabricadas e lançadas uma a uma. A solução encontrada para uni-las aos pilares foi a consolidação, concretagem posterior ao lançamento. A esta união entre vigas, pilares e fechamento de módulo com a protensão do conjunto, chamamos de monolitização, garantindo assim uma estrutura monolítica e hiperestática.

Para evitar desconforto aos usuários do Monotrilho nas juntas estruturais, são instalados finger plates, placas metálicas que evitam o choque dos pneus com as juntas construtivas de dilatação localizadas entre os módulos.

Para evitar movimentação transversal nos pilares de extremidade dos módulos, são fixados Pintels, estruturas que permitem a movimentação horizontal evitando o deslocamento transversal das vigas guia, nas juntas de dilatação, durante a passagem do trem.

# Consolidação / Monolitização



*Instalação do gabarito  
do Finger plate*



*Instalação do Pintel*



*Concretagem*



*Protensão longitudinal*



*Armação da 3ª  
etapa de  
concretagem  
onde ficarão  
embutidas as  
barras Dywidags  
de protensão  
transversal*



*Concretagem  
da 3ª etapa  
de  
monolitização*

# Obrigado



Linha 15 - Prata



Linha 17 - Ouro





19ª Semana de  
Tecnologia

Metroferroviária

2013

METROFERR  
2013

EXPOSIÇÃO DE PRODUTOS E SERVIÇOS

**10a 13**  
setembro

CENTRO DE CONVENCIONES  
**FREICANECA**

Rua Frei Caneca, 596

