

Eficiência nos sistemas metroferroviários baseada em ferramentas de Simulação

Prof. José Manuel Mera
Diretor
UPM - CITEF

Alamy

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



www.citef.es

22ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



- **O CITEF foi criado em 1997**, e faz parte da Fundação para o Fomento da Inovação Industrial da **Universidade Politécnica de Madrid**



POLITÉCNICA

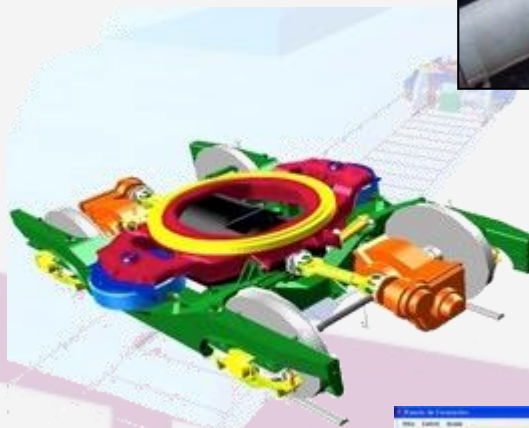
- **Pessoal do Citef (ao redor de 40 pessoas)**

- 35 Doutores, Engenheiros, ...
com dedicação total a projetos do CITEF
- 5 Professores

- **Áreas de trabalho e experiência:**

- Simuladores para treinamento
- Validação e Verificação
- Estudos e Desenvolvimento
- P&D aplicados
- Formação e docência

- **Membro / Associado a:**
EURNEX, ECTRI, PTFE, IRSE, ERA, ALAMYS, UIC ...





PRINCIPAIS CLIENTES



- O Citef participa em projetos:

- Nacionais
- Europeus - Internacionais
- Privados
- Auto Financiados.

- Modelo de Cliente – Parceiro

- Faturamento Médio: 3 M€ / ano



Transports Metropolitans de Barcelona

Metropolitano de Lisboa



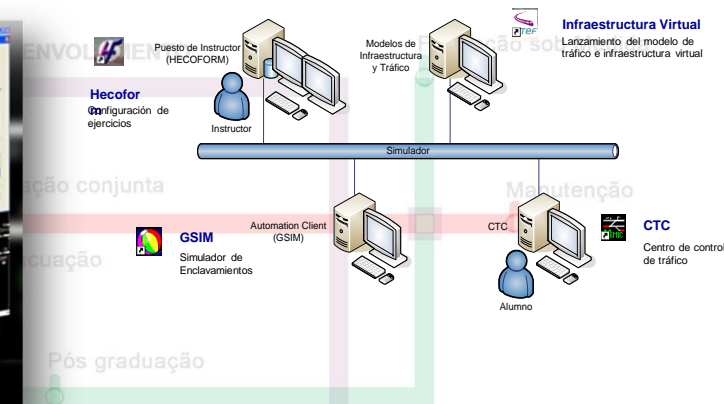
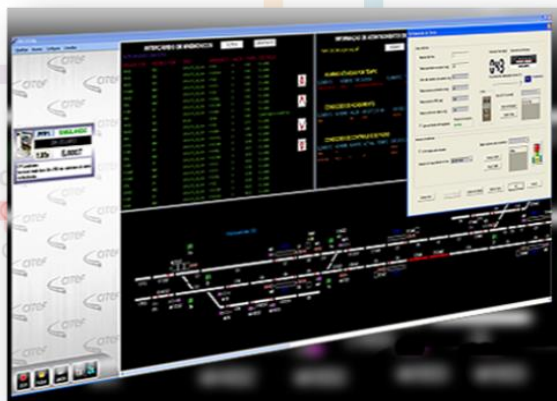


ATIVIDADE INTERNACIONAL... DESDE 2001



Projetos Otimização

Softwares de Segurança



Condução

SIMULADOR

Operação conjunta

Maintenance

CTC
Centro de control de tráfico

Pós graduação

VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO – V&V

PTC

CBTC

ERTMS

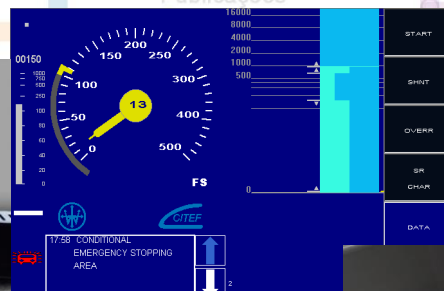
Automatização

Patentes

Operação

Publicações

P&D



Desenvolvimento Personalizado

Software escrito no CITEF desde o zero:
propriedade e conhecimento



F2I2 SIMULADORES DE TREINAMENTO



Condução



Proj

Referenci

VIMENTO

Formação sob Medida

SIMULADORES DE TREINAMENTO

Formação conjunta

Manutenção

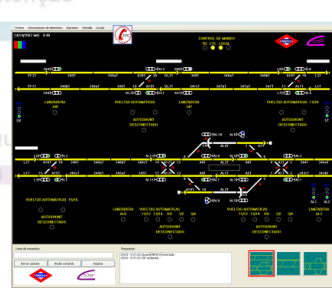
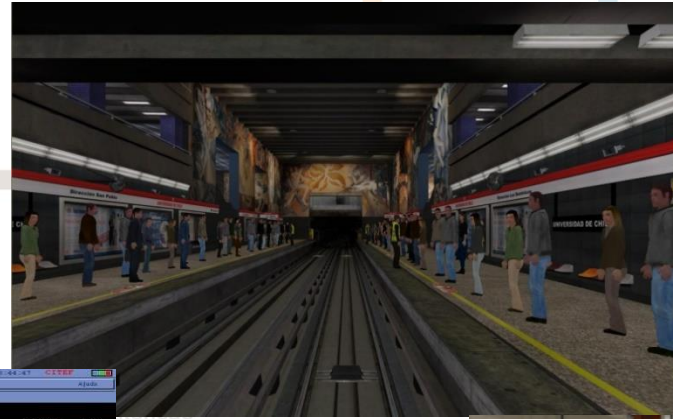
Controle de tráfego

Ventilação e Evacuação

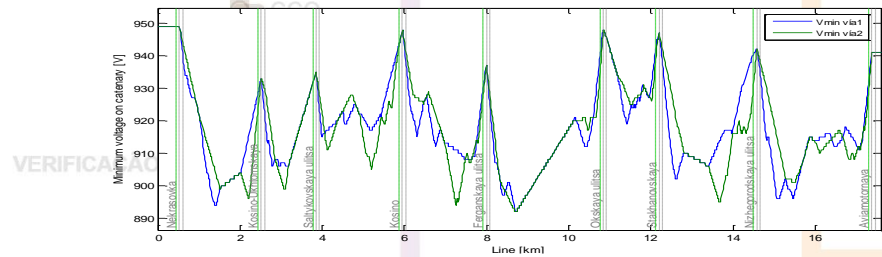
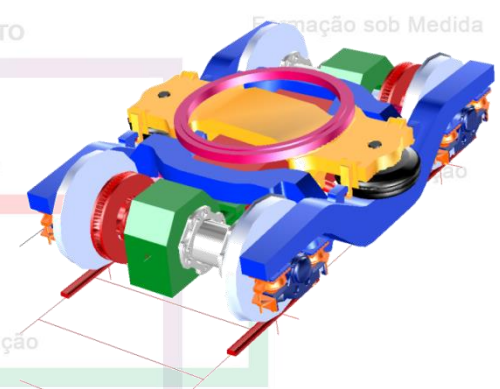
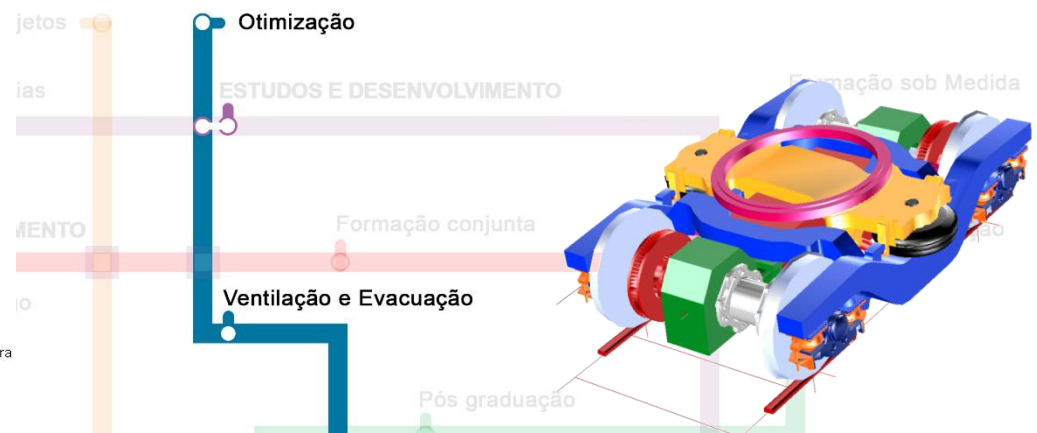
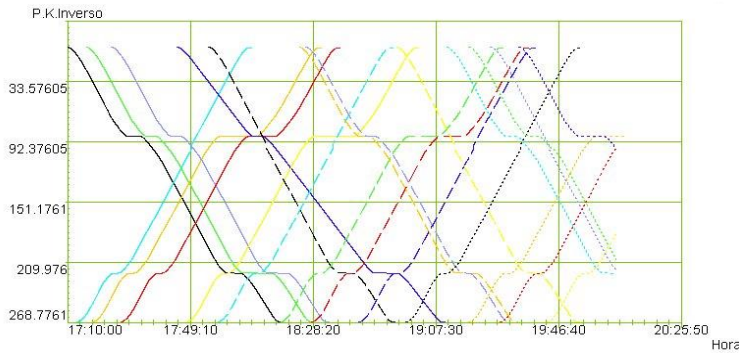
Pós

raçã

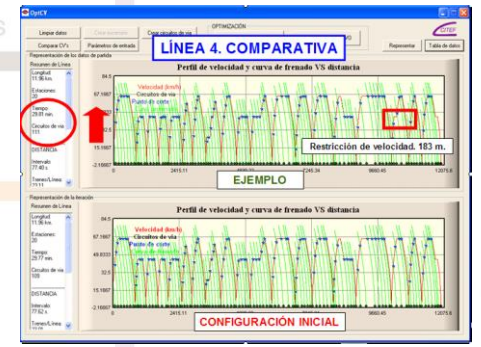
Pt



Software escrito no CITEF desde o zero: propriedade e conhecimento



VERIFICAÇÃO

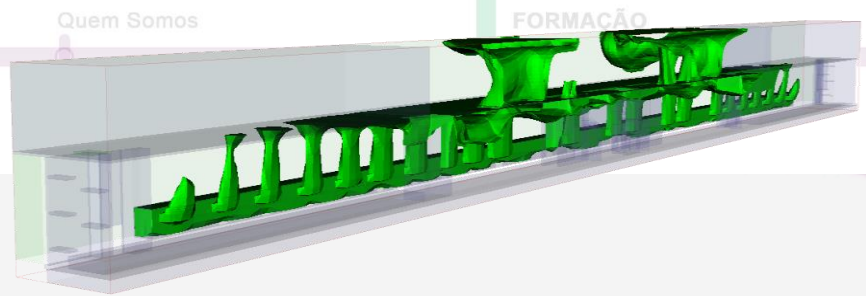


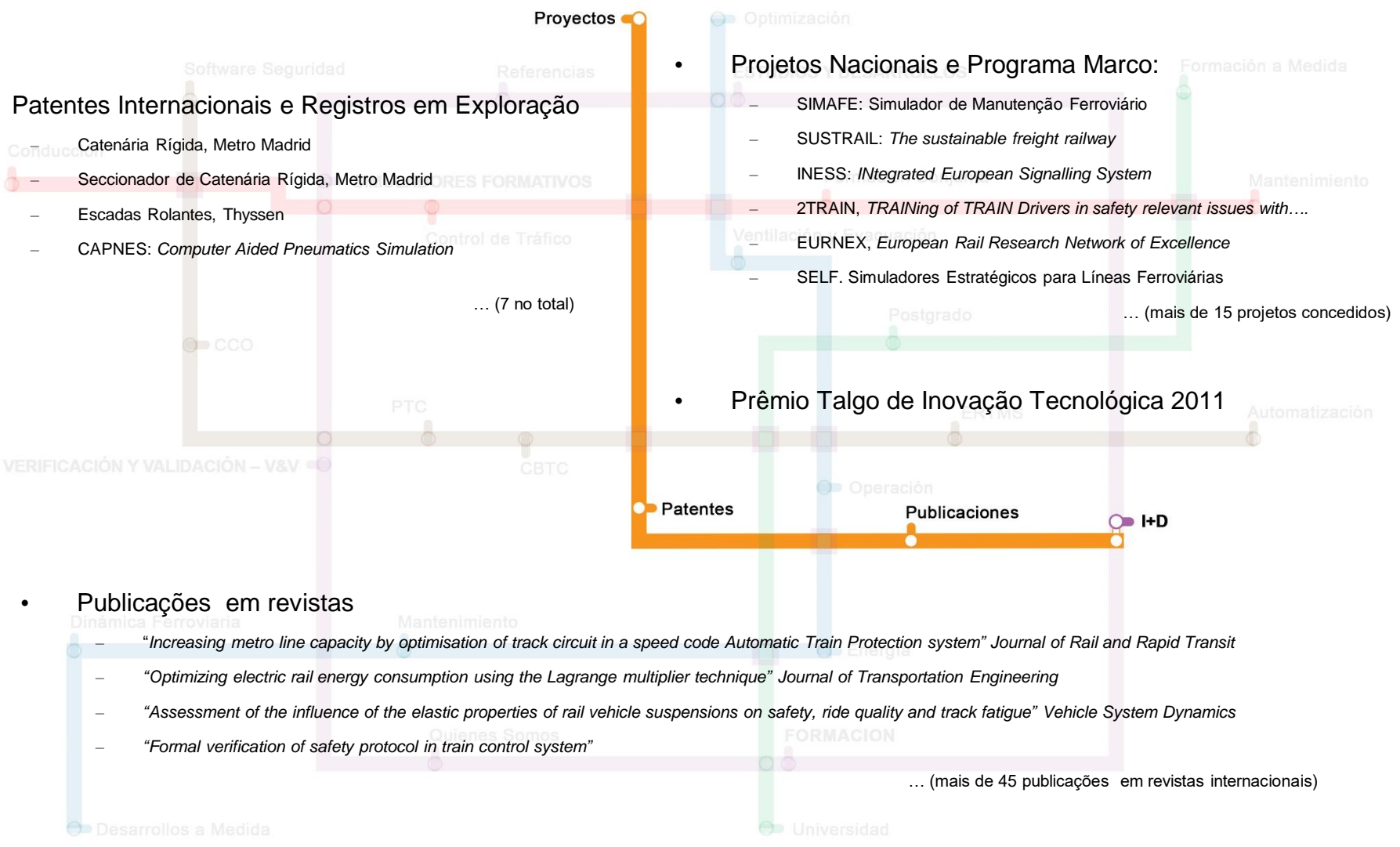
Dinâmica Ferroviária

Manutenção

Energia

Desenvolvimento Personalizado





Patentes Internacionales e Registros em Exploração

- Catenária Rígida, Metro Madrid
- Seccionador de Catenária Rígida, Metro Madrid
- Escadas Rolantes, Thyssen
- CAPNES: *Computer Aided Pneumatics Simulation*
- ... (7 no total)

Projetos Nacionais e Programa Marco:

- SIMAFE: Simulador de Manutenção Ferroviário
- SUSTRAIL: *The sustainable freight railway*
- INESS: *INtegrated European Signalling System*
- 2TRAIN, *TRAINing of TRAIN Drivers in safety relevant issues with....*
- EURNEX, *European Rail Research Network of Excellence*
- SELF. Simuladores Estratégicos para Linéas Ferroviárias
- ... (mais de 15 projetos concedidos)

Prêmio Talgo de Inovação Tecnológica 2011

Publicações em revistas

- “Increasing metro line capacity by optimisation of track circuit in a speed code Automatic Train Protection system” *Journal of Rail and Rapid Transit*
- “Optimizing electric rail energy consumption using the Lagrange multiplier technique” *Journal of Transportation Engineering*
- “Assessment of the influence of the elastic properties of rail vehicle suspensions on safety, ride quality and track fatigue” *Vehicle System Dynamics*
- “Formal verification of safety protocol in train control system”
- ... (mais de 45 publicações em revistas internacionais)

Objetivos

- Completar a formação de Engenheiros
- Aportar conhecimentos práticos a área ferroviária
- Desenvolver conhecimentos específicos das ferrovias
- Divulgar a multidisciplinariedade própria das ferrovias e a interrelação entre as tecnologias.

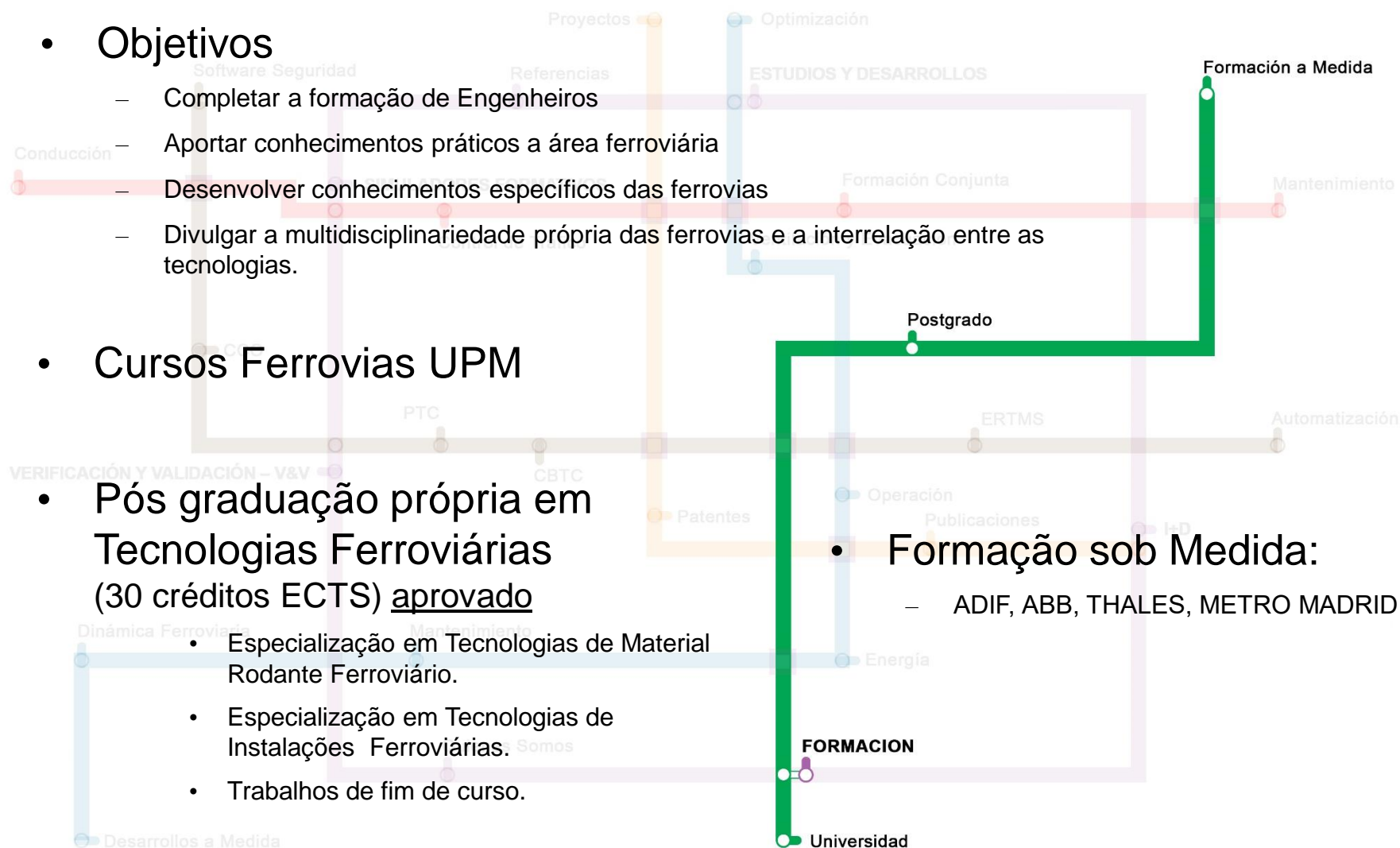
Cursos Ferrovias UPM

Pós graduação própria em Tecnologias Ferroviárias (30 créditos ECTS) aprovado

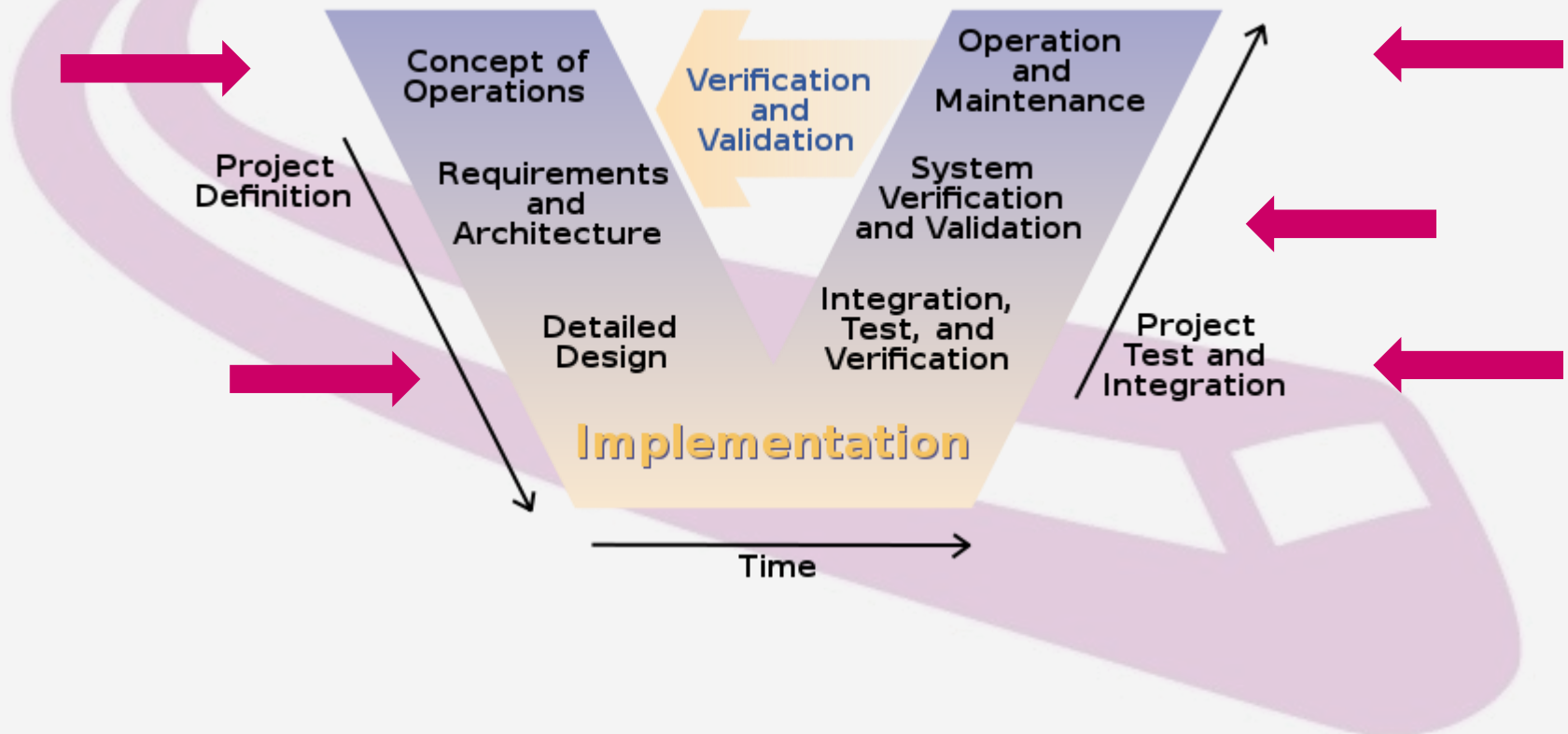
- Especialização em Tecnologias de Material Rodante Ferroviário.
- Especialização em Tecnologias de Instalações Ferroviárias.
- Trabalhos de fim de curso.

Formação sob Medida:

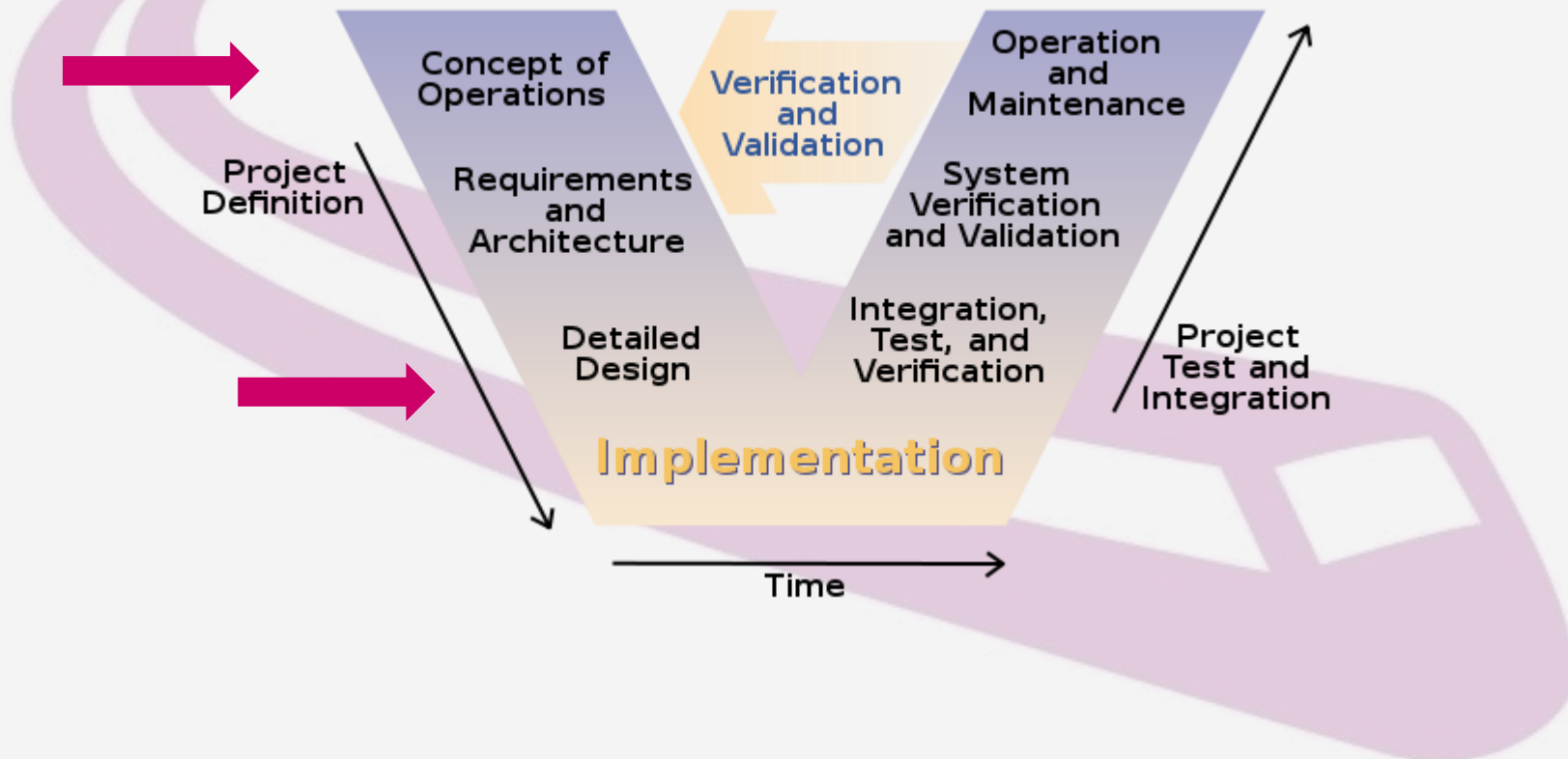
- ADIF, ABB, THALES, METRO MADRID...



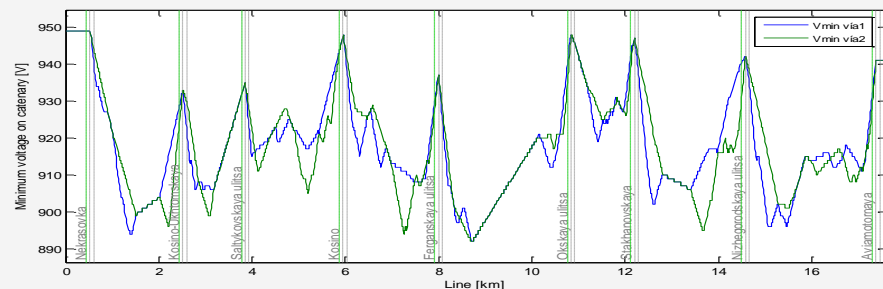
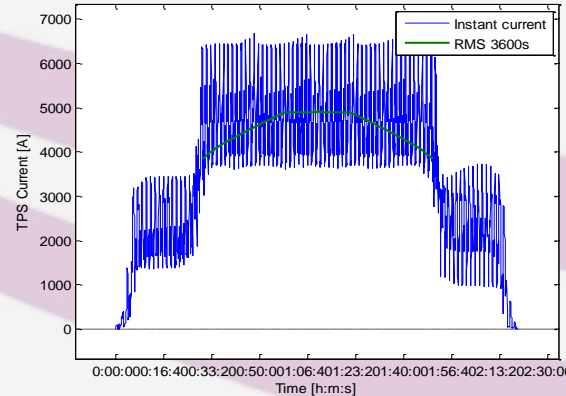
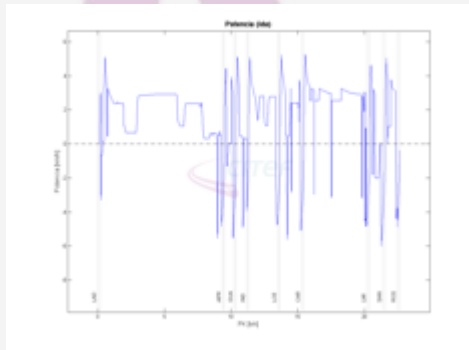
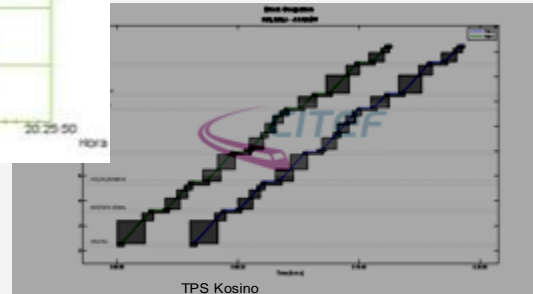
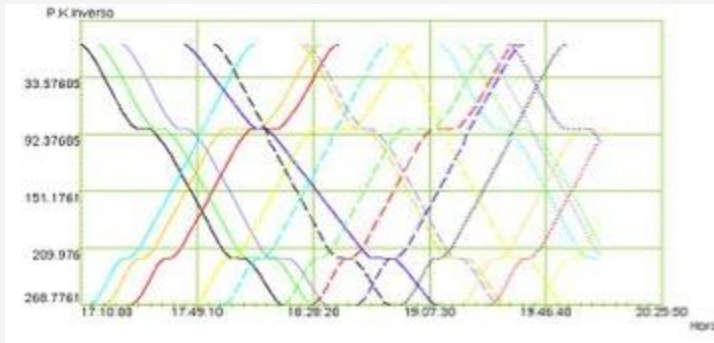
- Conseguimos melhorar a eficiência dos projetos, tanto em CAPEX como em OPEX, em vários momentos do ciclo de vida



- Eficiência no desenho:
 - Definição conceitual da linha
 - Validação e otimização do projeto



(Simulador Mecânico e Elétrico para o Projeto de Infraestrutura)



• Cálculo de Parâmetros Operacionais

- Movimento de trens (velocidade, consumo mecânico...),
- Intervalo de sinalização,
- Diagrama de ocupação de estacionamentos,
- Estudos de frota
- Otimização de operação
- Etc.

• Estudo Elétrico das linhas

- Tipo e número de subestações (DC, AC 1x, AC 2x)
- Potencia das subestações,
- Tensão em pantógrafos / fios de contato,
- Corrientes em cabos,
- Etc.

- Utilizado em más de 35 projetos de alta velocidade, metro, VLTs e ferrovias convencionais. www.citef.es

Referências de Uso do Software HAMLET

Alta Velocidade

- Validação do plano funcional de vias e dimensionamento eléctrico
 - Tramo Madrid Lérida, 2025, Espanha
 - Tramo Lérida – Fronteira Francesa, 2025, Espanha
 - *Bypass* de Atocha entre Madrid – Sevilla e Madrid – Barcelona, Espanha
 - Linha Segovia – Valladolid, Espanha
 - Ramal da línea de alta velocidade Madrid – Sevilla, La Sagra – Toledo, Espanha
 - Linha Córdoba – Málaga, Espanha
 - Linha Bobadilha – Granada, Espanha
 - Linha Zaragoza – Huesca, Espanha
 - Posta em operação da línea Madrid – Valladolid, Espanha
 - Corredor do atlântico português: Lisboa – Oporto, Portugal
 - Aceso de Alta Velocidade ao Aeroporto de Lisboa, Portugal
 - Linha de Alta Velocidade Vigo-A Coruña, España
 - Linha de Alta Velocidade Valencia – Alicante, Espanha
 - Linha de Alta Velocidade Olmedo – Zamora – Lubián, Espanha
 - México DF – Queretaro, México
 - Pamukova – Kosekoy, Turquía
 - ...

Referências de Uso de Software HAMLET

Ferrovias Convencionais

- Validação do plano funcional de vias e dimensionamento elétrico
 - Simulação Exploração Ferro-minera do Orinoco, Venezuela
 - Linha Utrera-Aeroporto de Jerez, Espanha
 - Simulação Exploração El Palito – Morón, Venezuela
 - Simulação Exploração Soterramento Linha Sarmiento, Argentina
 - Linha Parvomai -Kapa Kule, Bulgária
 - Linha Torrellano – Crevillante, Espanha
 - Linha Guarenas – Guatire, Venezuela
 - Linha San Fernando – San Juan, Venezuela
 - Linha de cercanías San Diego, USA
 - Linha de cercanías Sant Louis, USA
 - Linha Chaguaramas – Cabruta, Venezuela
 - Otimização Soterramento Linha Sarmiento, Argentina
 - Linha atual Sarmiento, Argentina
 - Linha Mitre, Argentina
 - El Cairo – Alexandria, Egipto
 - Caracas . La Guáira, Venezuela
 - Whitfords – Cockburn Central, Australia
 - Línea Beni Suef-Asyut, Egipto
 - México – Toluca, México
 - Ponte de conexão de Bahrein ao sistema ferroviário GCC (Cooperation Council for the Arab States of the Gulf).
 - ...

Referências de Uso de Software HAMLET

Metros e VLTs

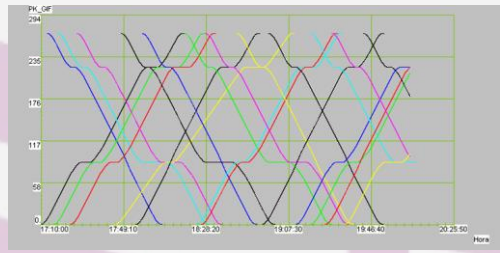
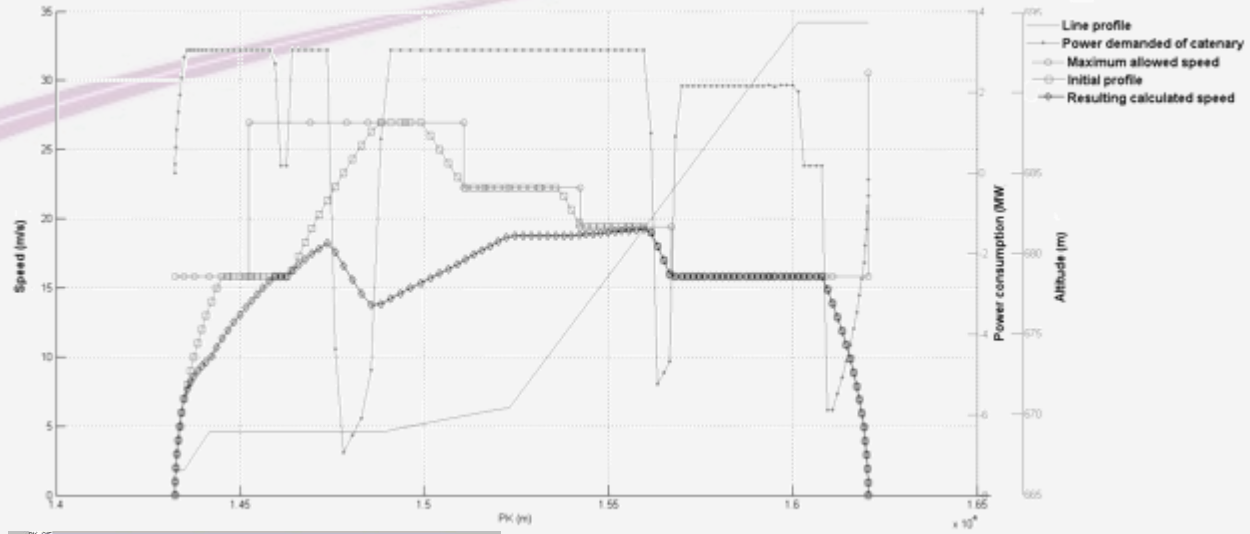
- Validação do plano funcional de vias e dimensionamento elétrico
 - Metro Los Teques L1 e L2, Venezuela
 - VLT de Tenerife, Espanha
 - Línea 5 *Transports Metropolitans de Barcelona*, Espanha
 - Línea 4 *Tranports Metropolitans de Barcelona*, Espanha
 - Línea 3 de Metro de Bilbao, Espanha
 - Línea 1 de Metro de Sevilla, Espanha
 - Línea 5 Metro de Caracas, Venezuela
 - Metro Los Teques L3, Venezuela
 - Metro de Panamá, Línea 1, Panamá
 - Optimização Dimensionamento L5 Metro Caracas, Venezuela
 - Líneas 2 e 3 Metro de Maracaibo, Venezuela
 - Metro de Moscou, Rússia
 - Corredor Hugo Chavez, Maracaibo, Venezuela
 - Metrô Belo Horizonte, Linha 1, Brasil
 - Metrô Belo Horizonte, Linha 2, Brasil
 - Metrô Bogotá, Linha 1, Colombia
 - Metrô Bahía, Linha 1, Brasil
 - Metrô Bahía, Linha 2, Brasil
 - Estudo de situações degradadas, Linhas 1, 2 e 3 Metro Los Teques. Venezuela.
 - Metrô de São Paulo, Línea 5, Brasil
 - Metrô de São Paulo, Línea 17 (monoriel), Brasil
 - ...



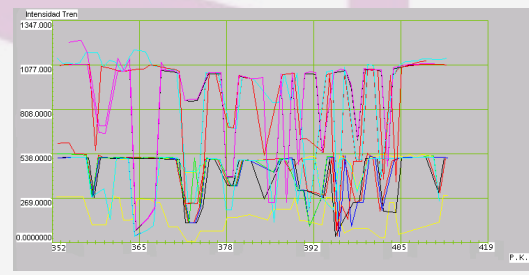
F²I² *Planejamento frente a criterios energéticos*



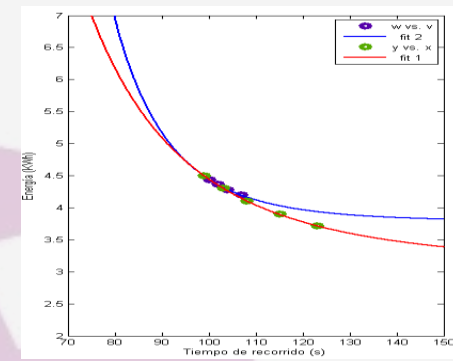
- **Objetivo:** estratégia orientada a eficiência energética entre a geração e as instalações disponíveis
- **Justificativa:** as decisões planejadas nem sempre obedecem aos consumos elétricos, a intensidade de corrente nos condutores nem à potência aparente das subestações
- **Aplicação:** a ferramenta permite obter o plano convencional e submetê-lo ao juízo de valor entre o rendimento da gestão e o consumo.
- **Variáveis:** potência, tempo de viagem e velocidade de circulação



PLAN EXPLORAÇÃO

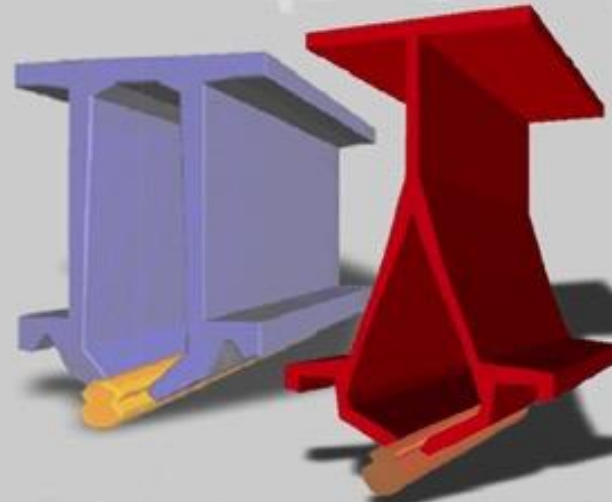
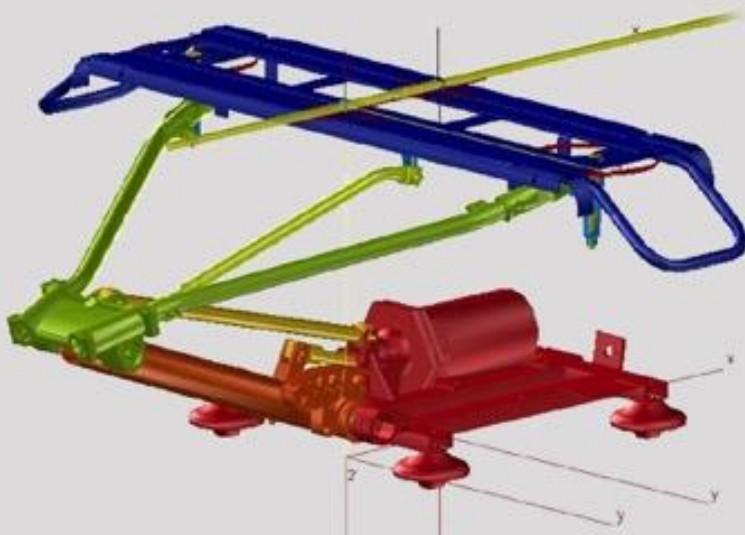
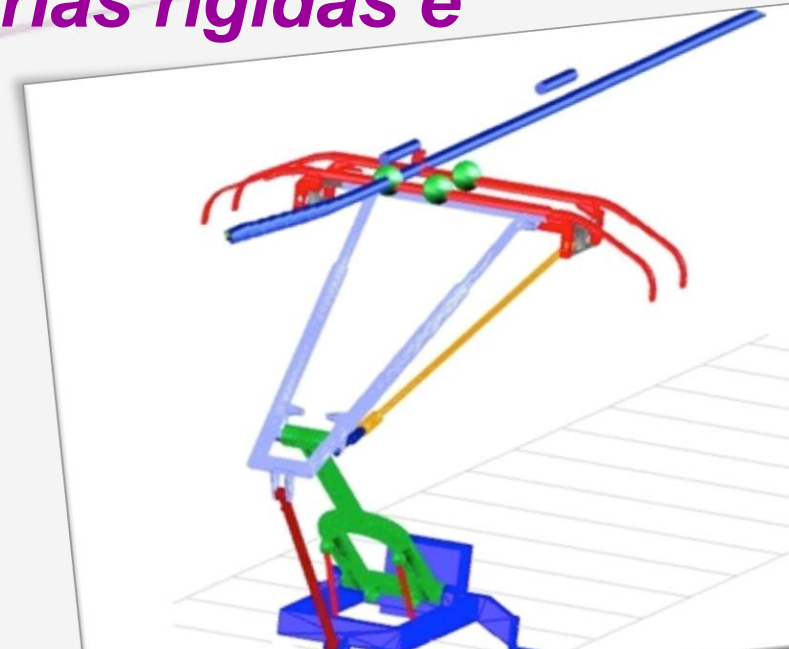
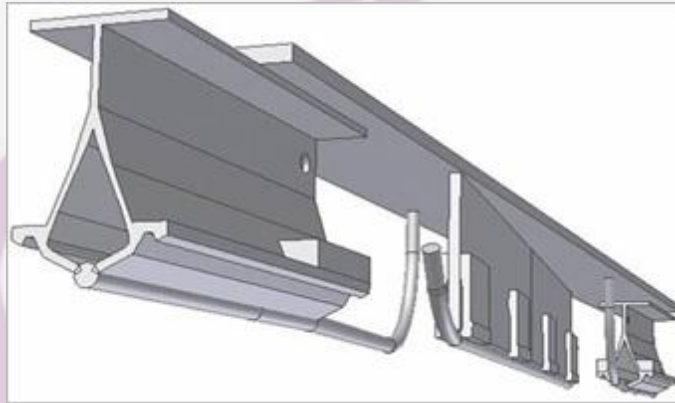


ÍNDICE DE CONSUMO

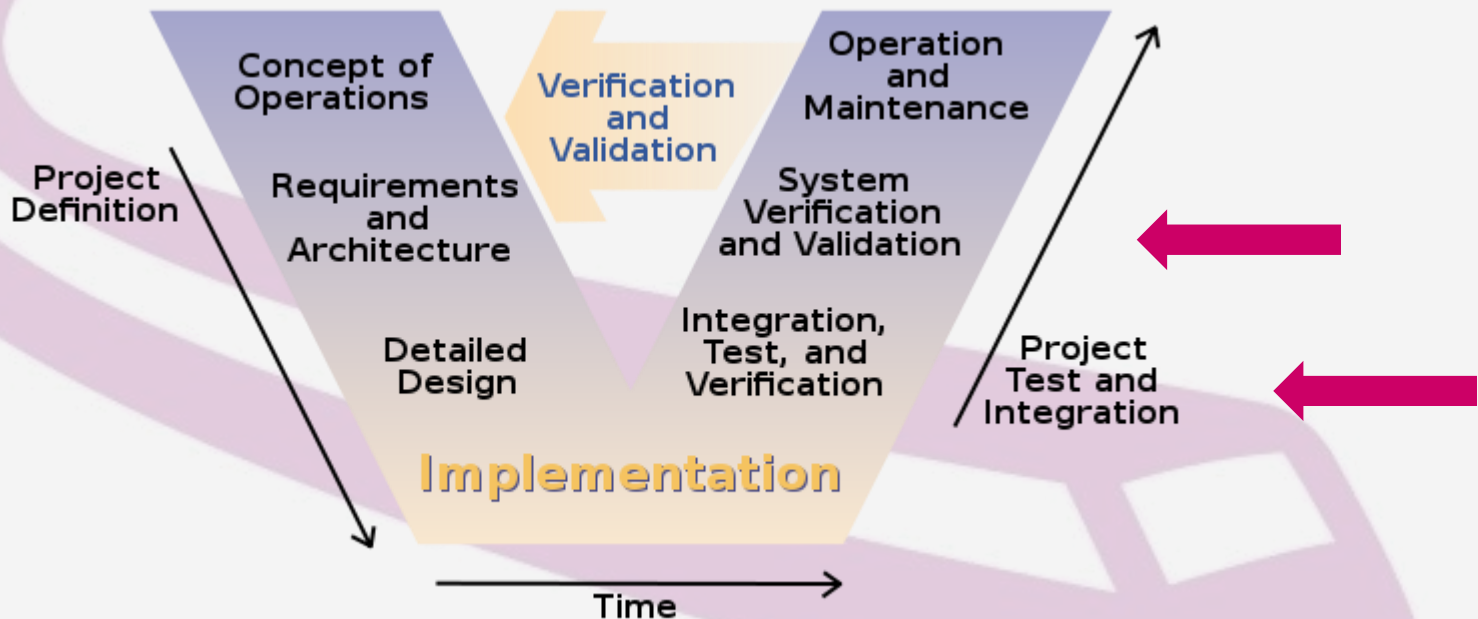


Publicação:
“Optimizing Electric Rail Energy Consumption Using the Lagrange Multiplier Technique”

Projeto e estudos de catenárias rígidas e flexíveis



- Eficiência nos testes:
 - Ambiente de testes de equipamentos isolados e de integração
 - Ambientes de Validação e de Verificação a nível de sistema

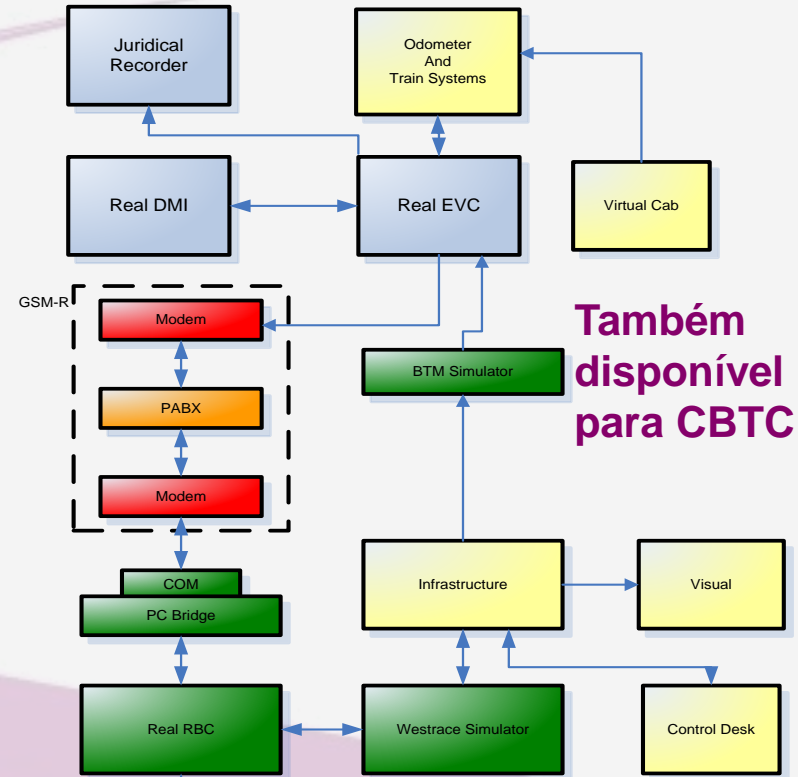




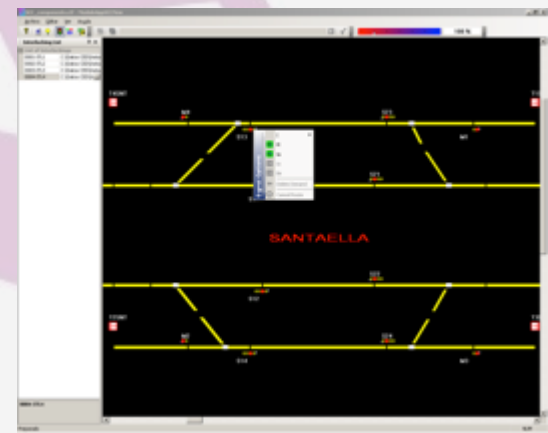
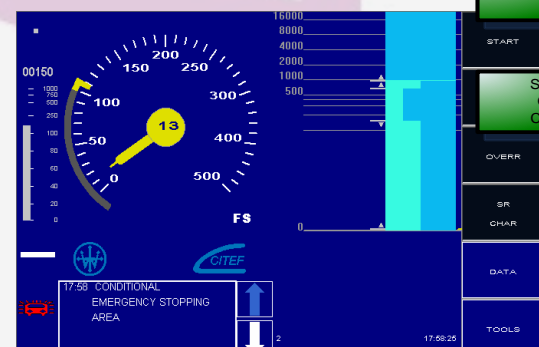
F²I² Sistema Integrado para teste de equipamentos e dados de linhas ERTMS



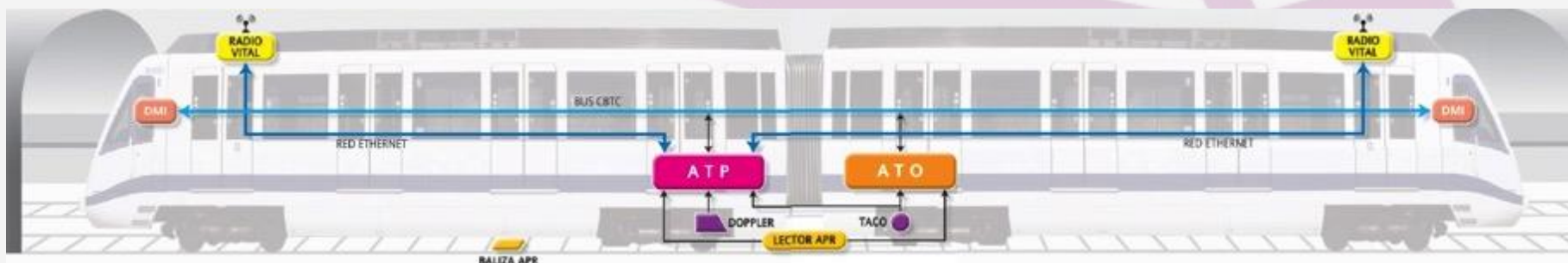
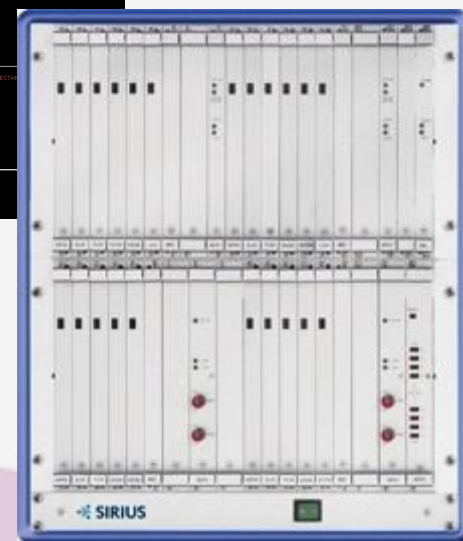
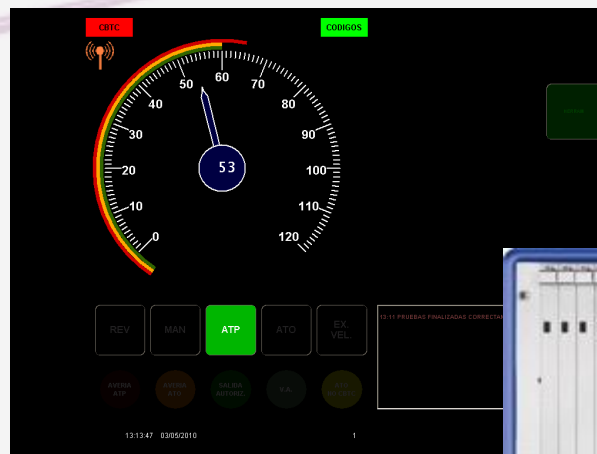
- ◆ V&V em laboratório, antes de via, porém com dados e configuração de via
- ◆ Integração de equipamentos reais
 - ◆ Host / target:
 - ◆ EVD, DMI, RBC, I/L, SCC
- ◆ Dados reais de linha
 - ◆ Análise de dados, LEUs e RBCs
- ◆ trens automáticos para estudo de capacidade e rendimento
- ◆ Configuração de *Test Bench* para linhas:
 - ◆ Linha Piloto Espanha, Madrid Subúrbios, Madrid – Levante, Córdoba – Málaga, Ankara – Konia, Línea Piloto Austrália, Subúrbios da Nova Zelândia ...



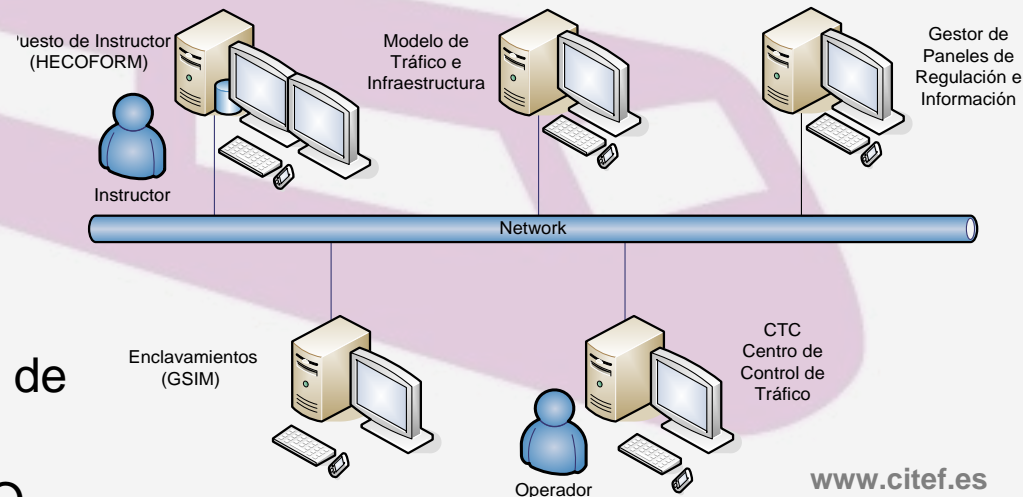
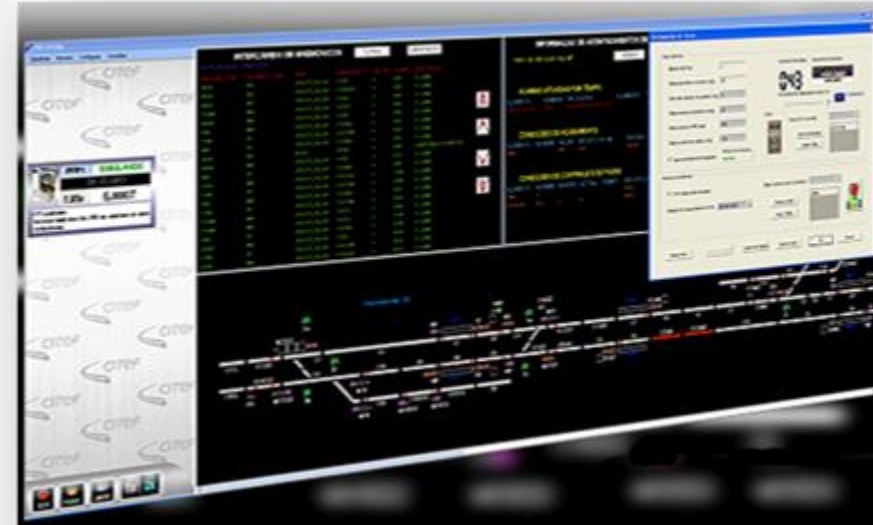
Também disponível para CBTC



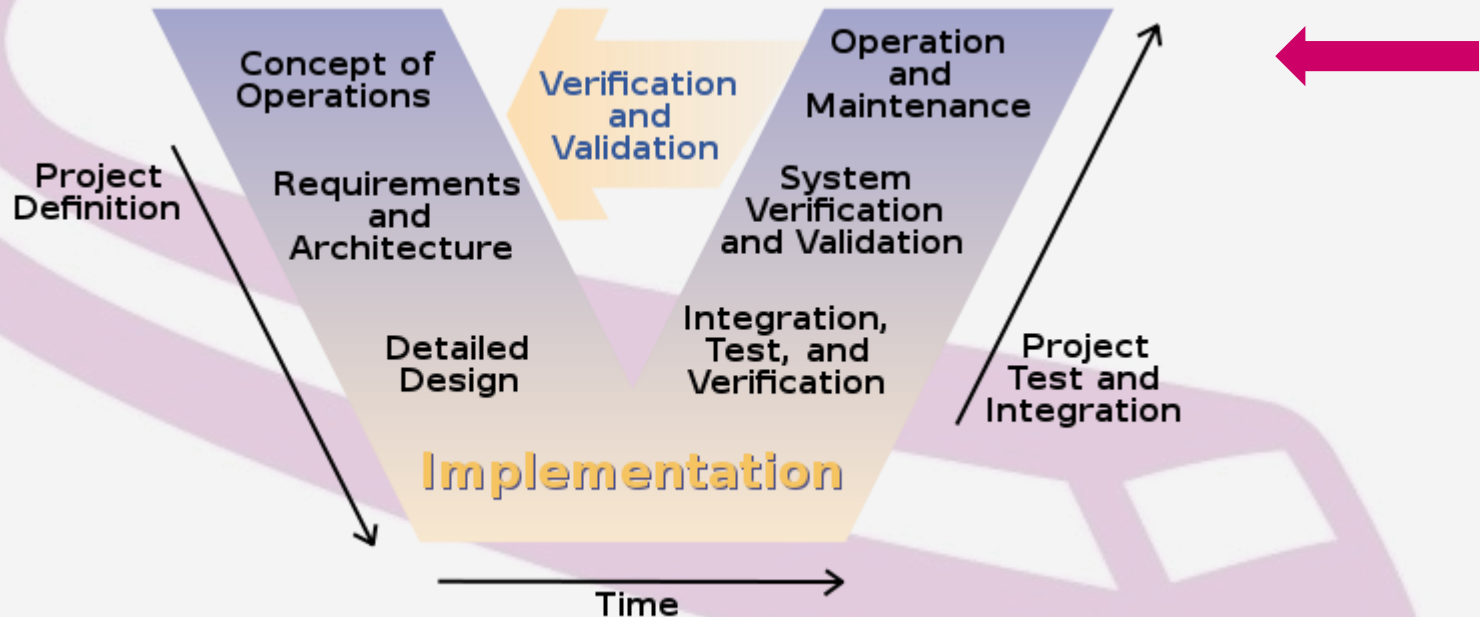
- ◆ V&V em laboratório, antes da via real, porém com dados e configuração de via
- ◆ Integração de equipamentos reais
 - ◆ Host / target:
 - ◆ ATP, DMI, ATO, BP, I/L, SCC
- ◆ Dados reais da linha
 - ◆ Análise de dados
- ◆ trens automáticos para estudo de capacidade
- ◆ Configuração de *Test Bench* para linhas: Madrid, Cingapura, São Paulo, Caracas, Marmaray, Chongqing, Sentosa ...



- Ambiente de validação completo para ATS-CCO e intertravamentos
- Simula a linha e os elementos de campo
- Simula o tráfego de trens
- Integra os intertravamentos y/o ATS-CCO reais.
- Gestão a entrada e saída de informação entre os elementos de via e os intertravamentos
- Integra no simulador a gestão real de os Painéis de Teleinformação
- Utilizado em Lisboa, Refer, Caracas, Cingapura, Marmaray, Madrid ...
- Ferramenta versátil que permite:
 - Teste de ATS-CCO e Regulação de trens
 - Formar operadores del ATS-CCO

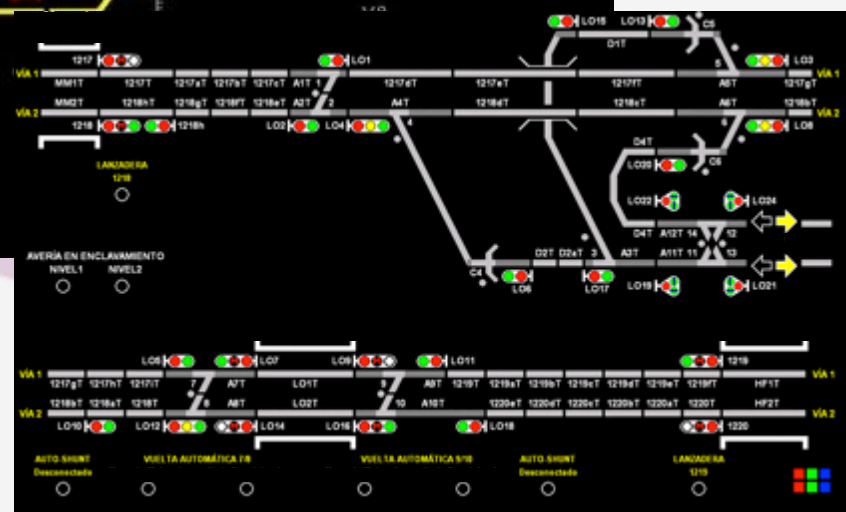
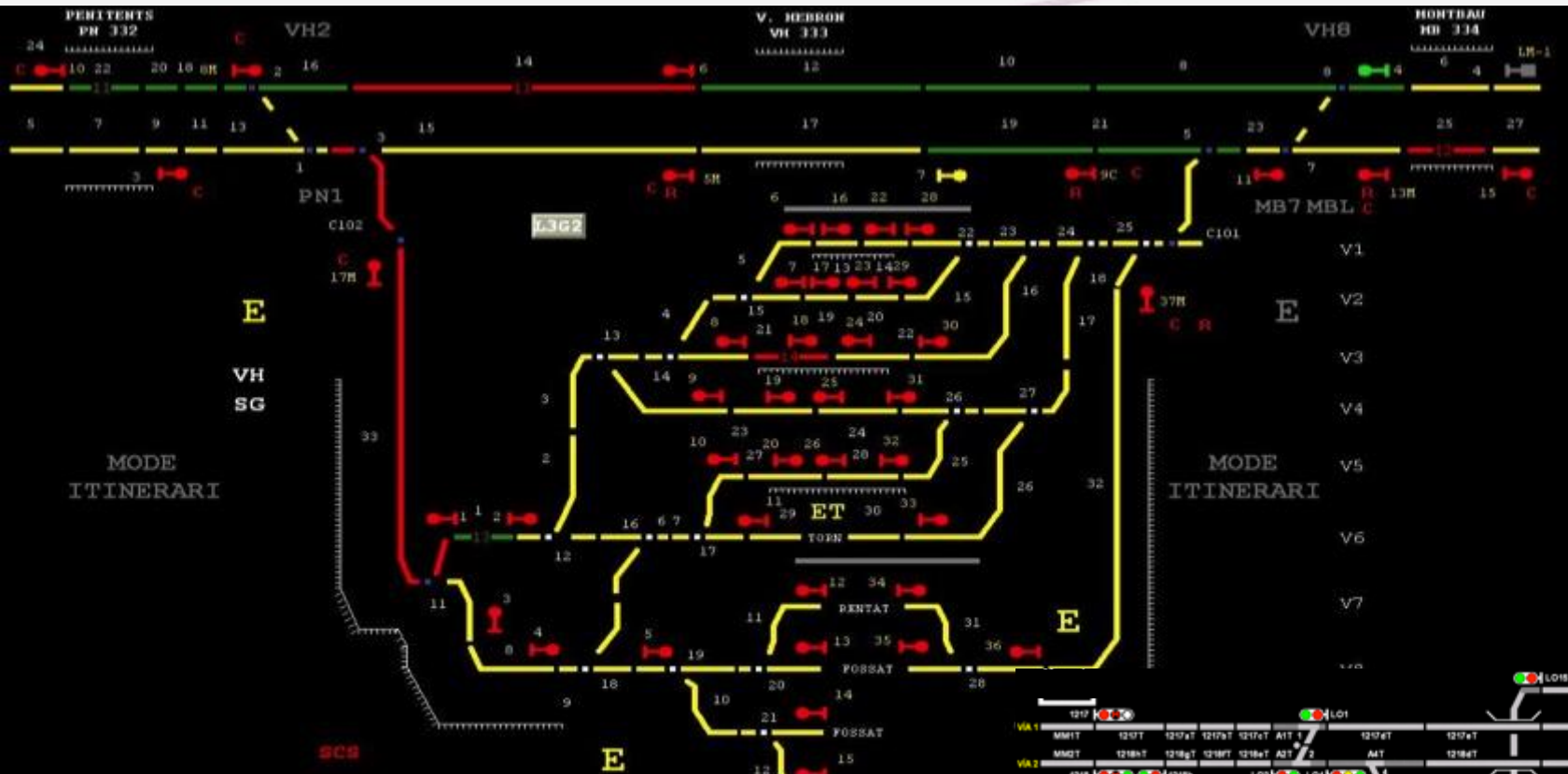


- Eficiência nas operações e na manutenção:
 - Ambientes de treinamento por simulação





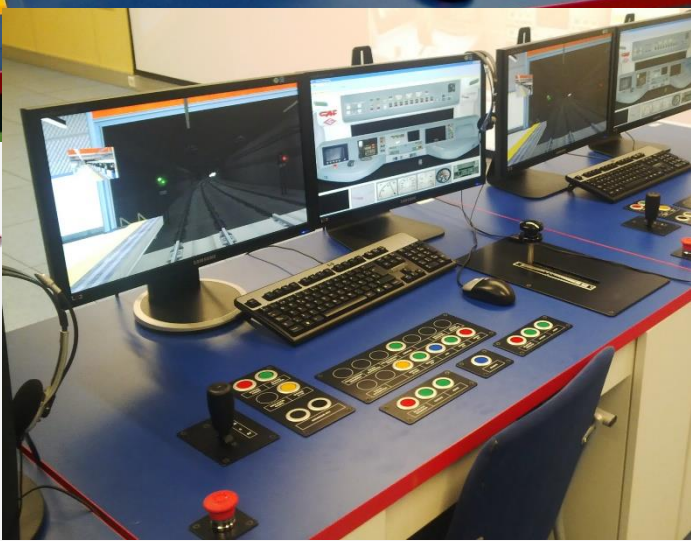
F2I2 Simuladores: Formação de Controladores de Tráfego





F21²

Simuladores: Formação de Condutores Mini Cabine de comando Virtual





Simuladores: Formação de Condutores Reprodução de Console





F2I2 *Simuladores: Formação de Condutores* *Reprodução da Cabine*





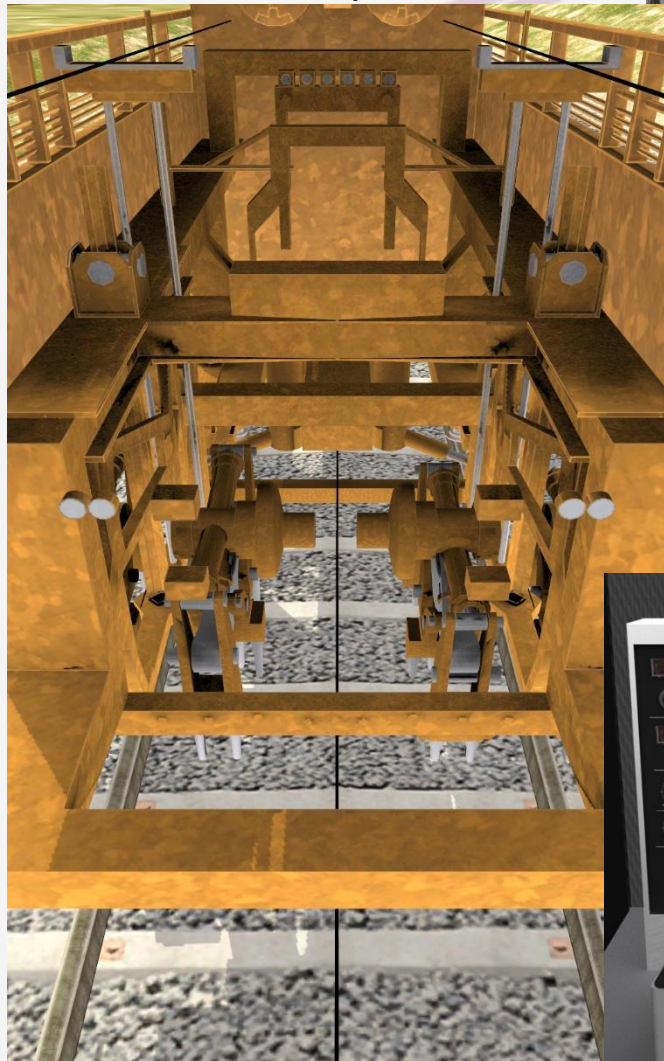
F2I²

Simuladores: Formação de Condutores Reprodução total da Cabine



SOCADORA DE LASTRO

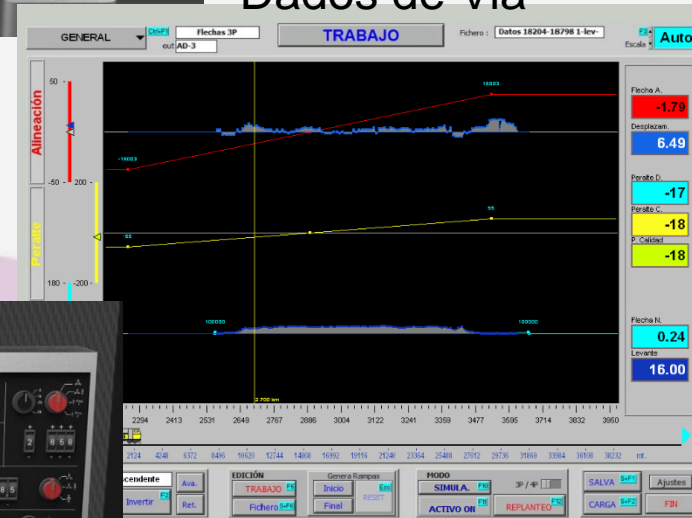
- Cliente: VIAS e Ministerio Innovación Espanha



Condução



Dados de Via



Trabalhos



Eficiência nos sistemas metroferroviários baseada
em ferramentas de Simulação

Prof. José Manuel Mera
Diretor
UPM - CITEF



www.citef.es

OBRIGADO!

