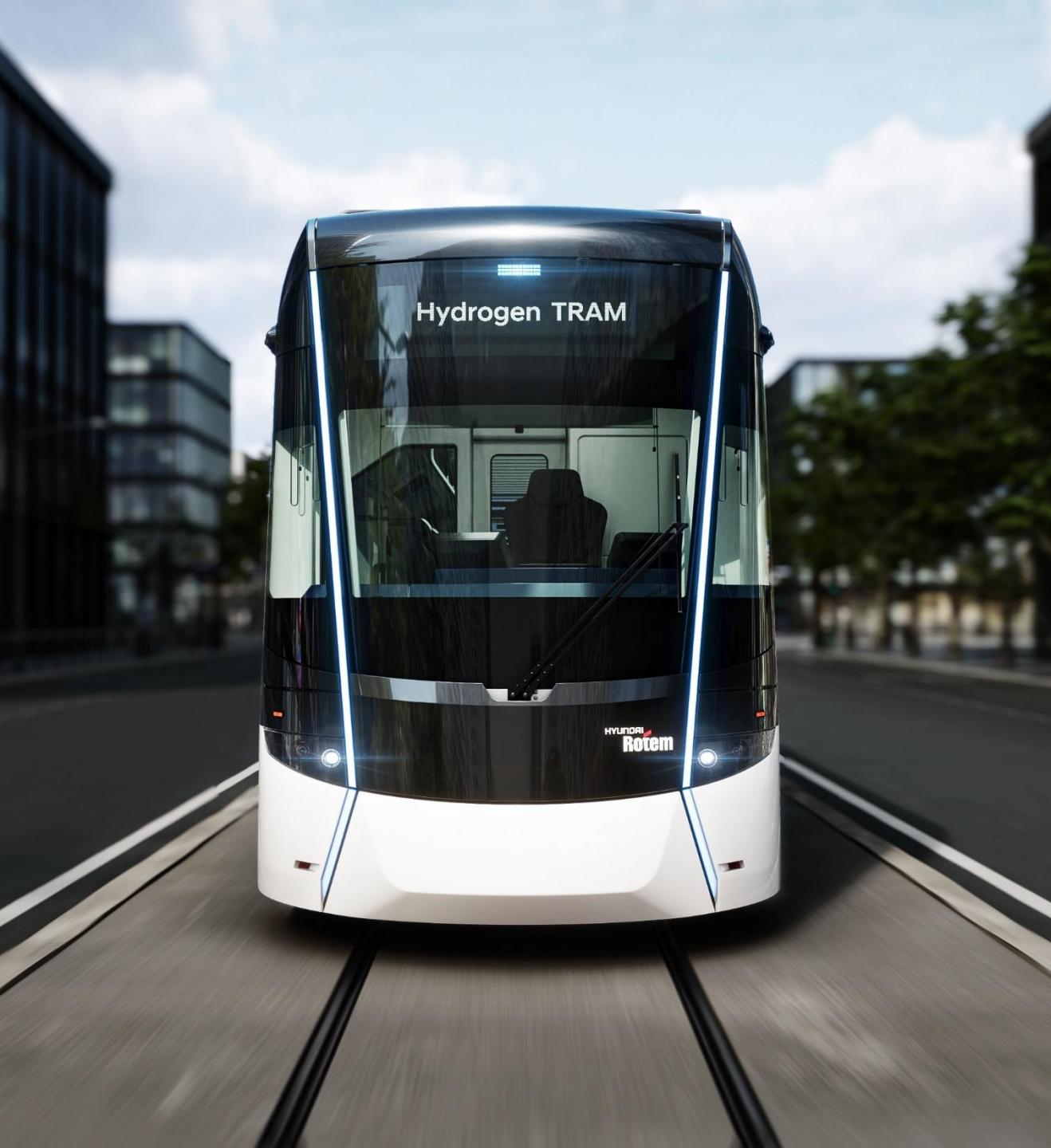


Introdução ao VLT a hidrogênio



HYUNDAI-ROTEM
RAIL SOLUTION R&D CENTER

setembro. 2025



- Conteúdo -

- 1. Por que VLT com célula de hidrogênio?**
- 2. VLT a hidrogênio**
- 3. Infraestrutura de hidrogênio**

Hyundai Motor Group



Affiliates
65 companies



Employees
313.949



Revenue
USD 332 bil. (FY 2024)

Automobile	Auto Parts	Steel	Rail / Defense / Eco Plant	Finance / Logistics	Construction
HYUNDAI KIA	HYUNDAI MOBIS HYUNDAI WIA	HYUNDAI STEEL HYUNDAI BNGSTEEL	HYUNDAI Rotem	Hyundai Card HYUNDAI GLOVIS	HYUNDAI ENGINEERING & CONSTRUCTION HYUNDAI ENGINEERING CO. LTD.

Hyundai Rotem



Division
3 Divisions



Employees
4.506

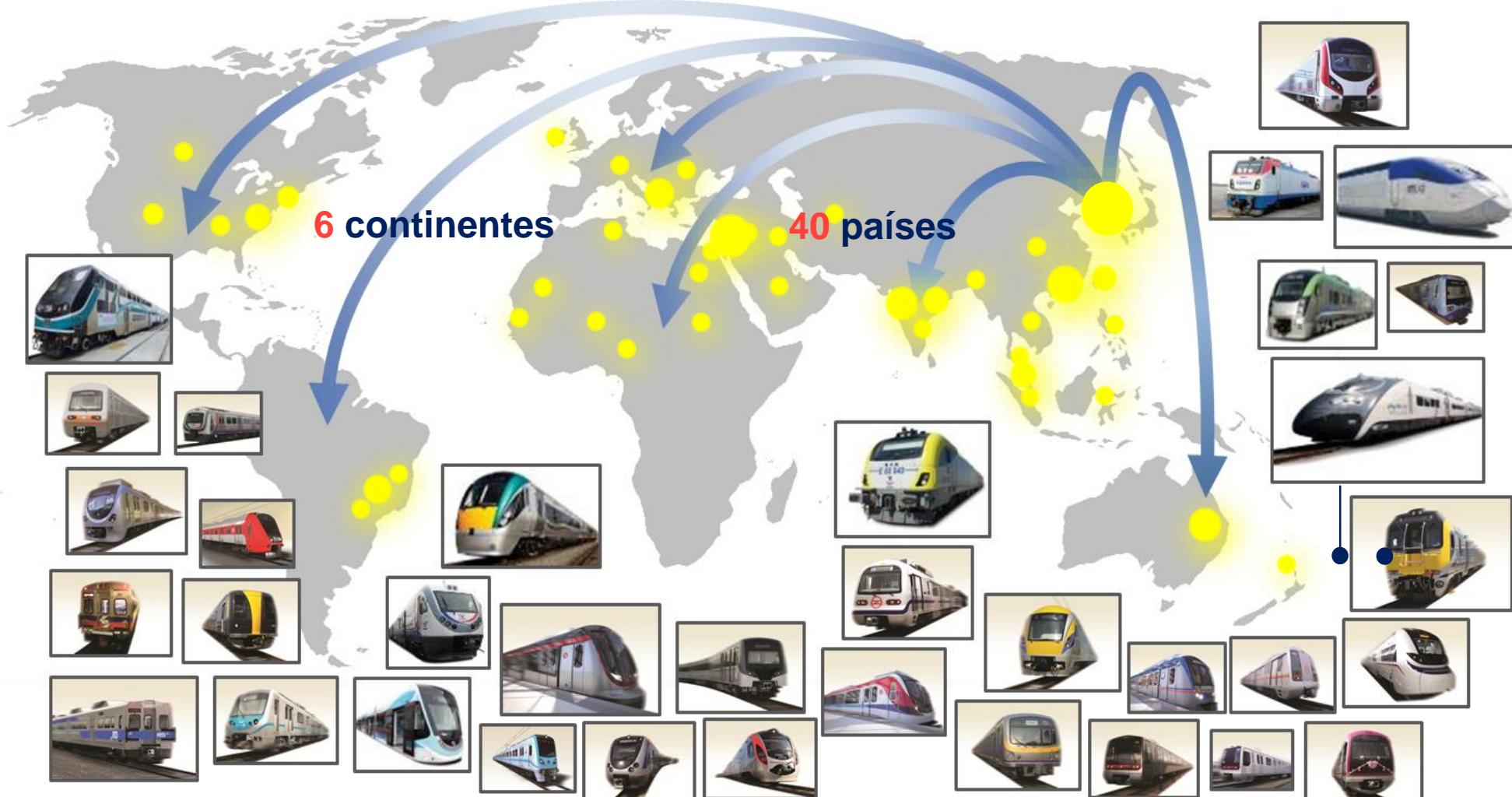


Revenue
USD 3.1 bil. (FY 2024)



Expandindo a presença no mundo

Hyundai Rotem já forneceu mais de 50 mil carros em 6 continentes e 40 países.



1. Por que VLT a célula de hidrogênio?

Vantagens do VLT com célula de hidrogênio

- Fonte de energia sustentável** sem qualquer emissão de poluentes no ar
- Elemento mais abundante** no universo e responde pelo crescimento da demanda de energia
- Energia renovável** para gerar hidrogênio verde



- Até três vezes mais **eficiente** que motores de combustão interna
- Viagens de longa distância** além dos trens movidos à bateria
- Rápido reabastecimento comparado ao tempo de carga da bateria

- Sem catenária & subestação**, instalações de energia
- Versatilidade para extensão da linha**

- Custo do Hidrogênio decresce** com o passar do tempo

- Sem gás de efeito estufa & **Purificação do ar(99.99%)**
※ 31ton de purificação de ar por dia
- Hidrogênio é **atóxico** e dispersa-se no ar em caso de vazamento
- Sem catenária para afetar a **estética urbana**

Competitividade da célula de hidrogênio

Categoria	Bateria	Super capacitor	Célula de combustível (H2)
Fonte de energia			
Densidade energética	Média	Baixa	Alta
Autonomia	Média (poucas dezenas de km)	Baixa (curtas distâncias entre estações)	Alta (adequado para várias viagens de ida e volta))
Tempo de carga	≤1 Hora (Estação de carregamento de bateria)	≤30 Segundos (Carregamento por catenária nas estações)	15 Minutes Estação de reabastecimento de hidrogênio
Método de operação	Sem catenária + seção com catenária	Sem catenária + seção com catenária	100% Sem catenária
Instalação de operação	Estação de carregamento de bateria	Estação de carregamento de super capacitor	Estação de reabastecimento de hidrogênio
Objetivo da operação	Curtas distâncias	Entre estações	Sem limite (Longas e curtas distâncias)

Solução comprovada e segurança

Hydrogen Fuel-Cell Vehicle



Veículo (Nexo)



Ônibus a hidrogênio



Caminhão a hidrogênio

Solução comprovada

- Célula combustível
- Tanque hidrogênio

Hydrogen Fuel-Cell Tram



Rigorosos testes e segurança



Teste com tiros



Teste com fogo



Teste ambiental



Rápida Dispersão

Características principais



Purificação de ar



Minimiza ruído e vibrações



Sem catenária



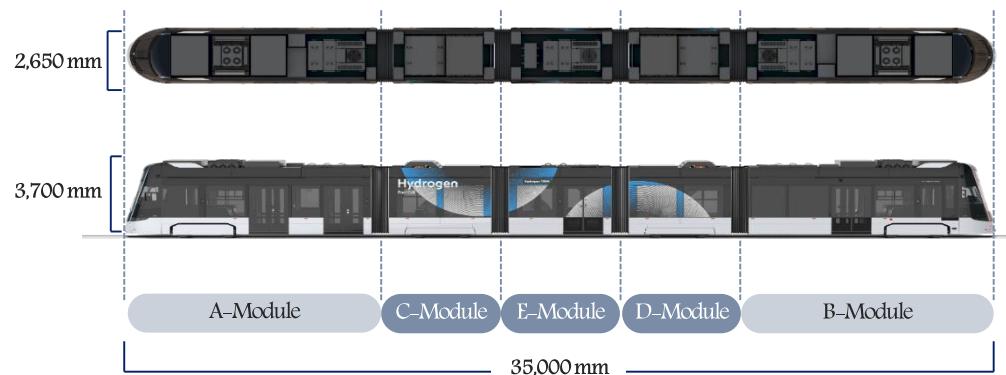
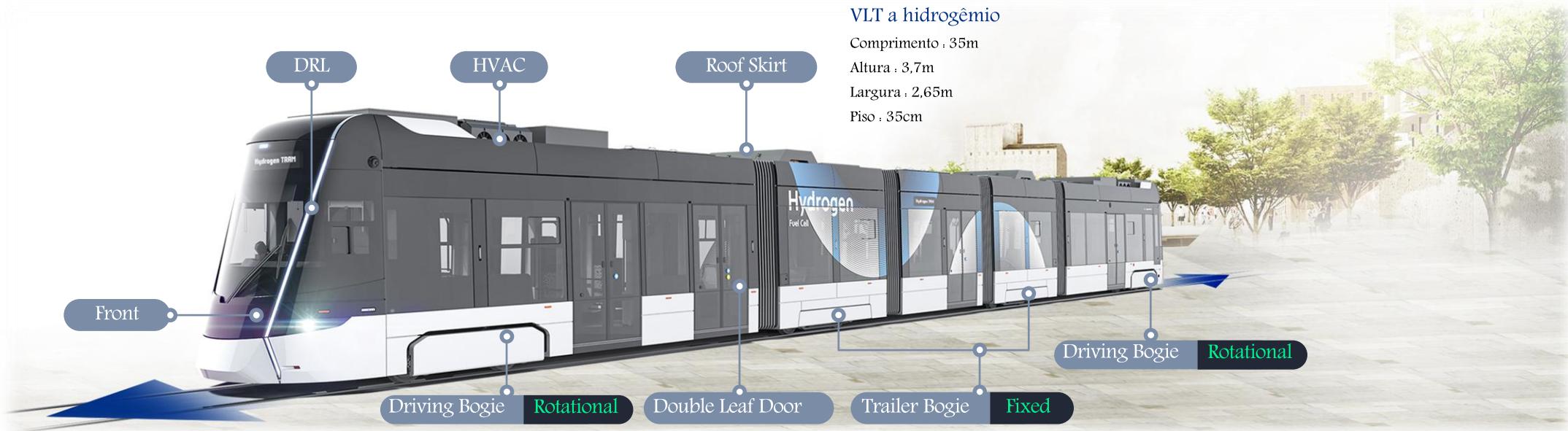
Abastecimento rápido
Longas distâncias



100% piso baixo

2. VLT A HIDROGÊNIO

Principais especificações



Performance	Velocidade máxima	(Design) 70 km/h (Operacional) 50 km/h
	Aceleração	1.2 m/s ²
	Desaceleração	(Comercial) 1.2 m/s ² (Emergência) 2.7 m/s ²
	Capacidade	305 passageiros
	Raio mínimo	≤ R 25m
	Gradiente máximo	≥ 60%
Peso	VLT	(vazio) ≤62 ton (cheio) ≤81 ton
	Carga por eixo	≤ 12.0 ton

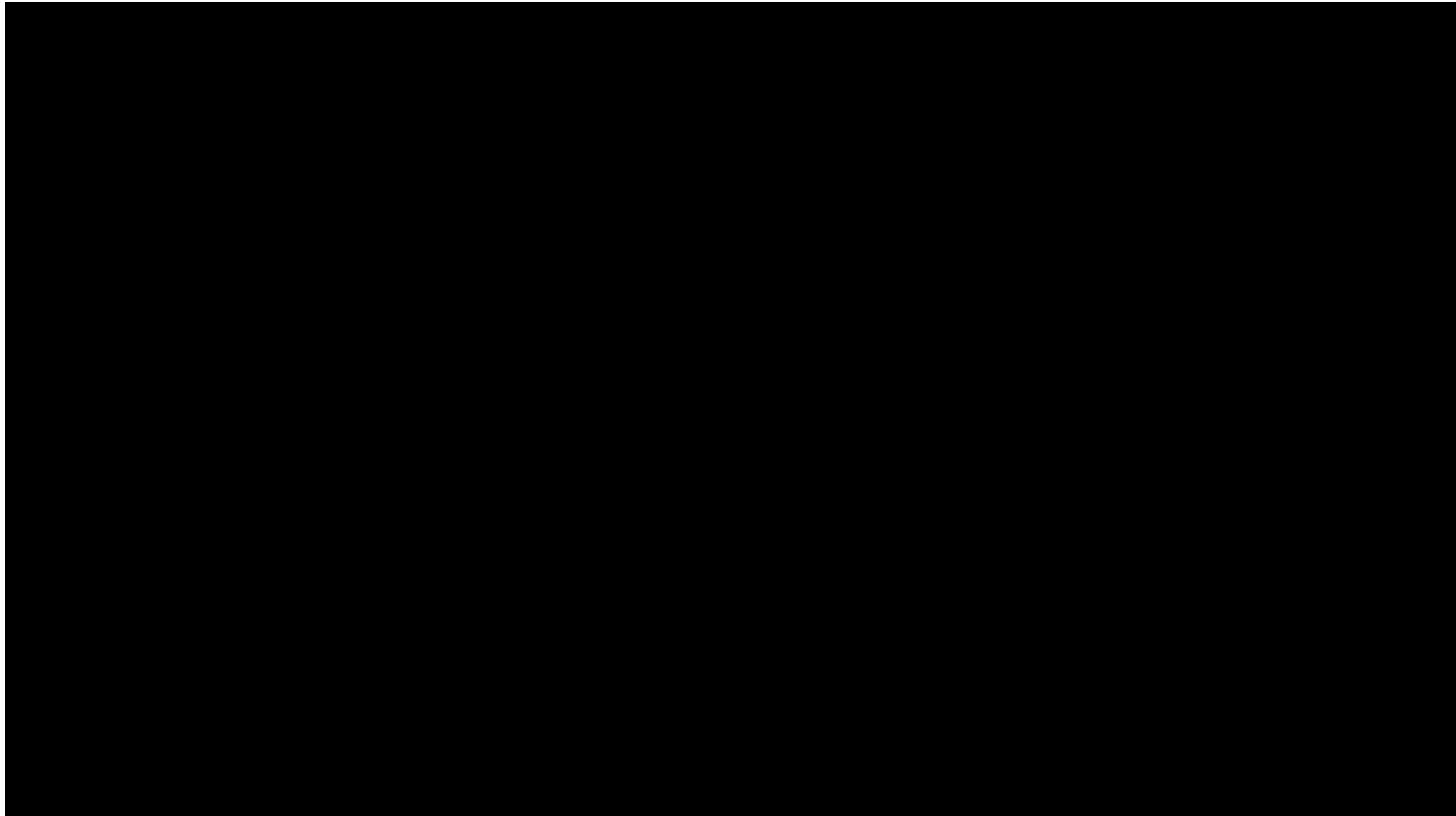
2. VLT A HIDROGÊNIO

HYUNDAI
Rotem

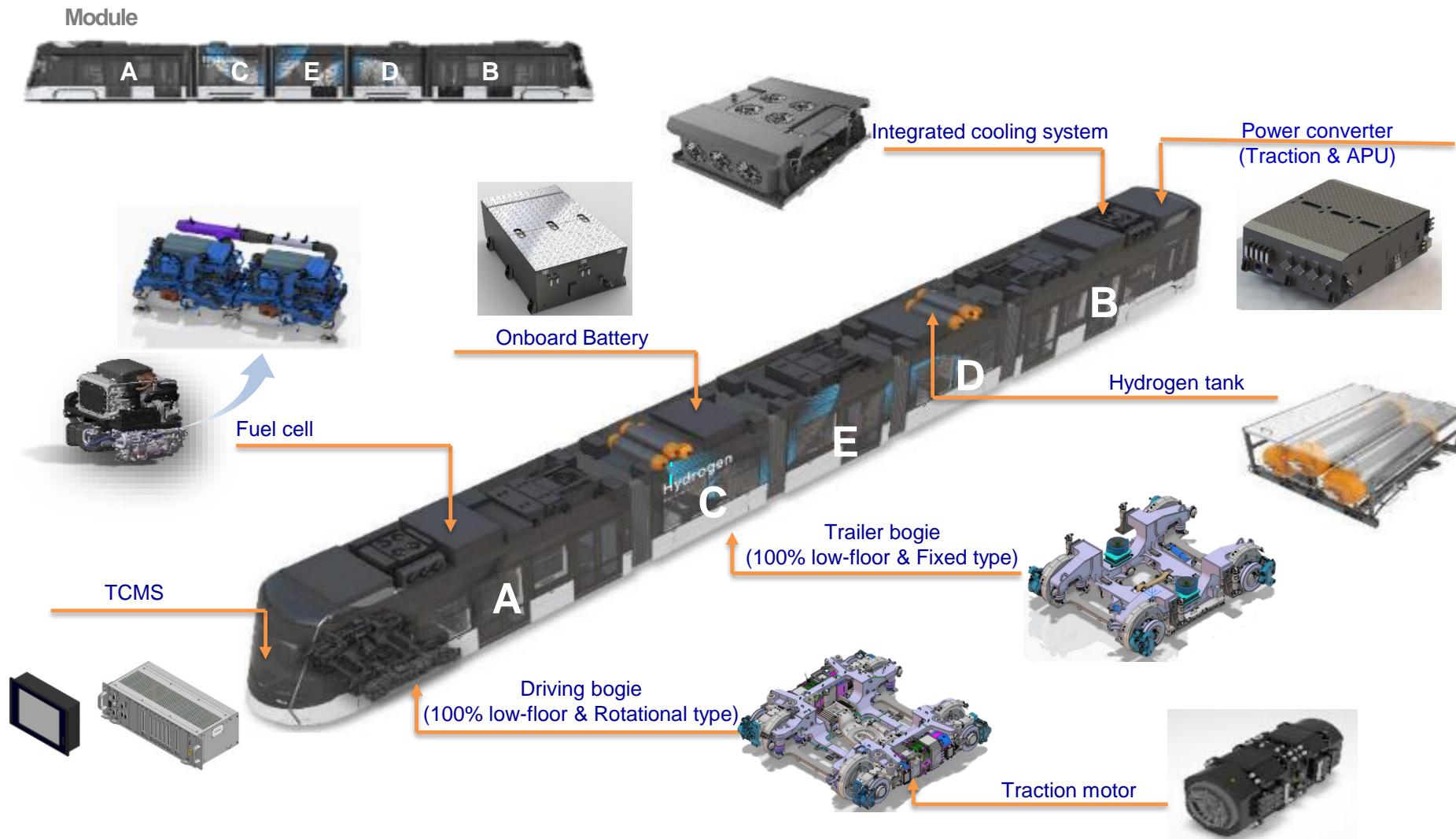
Interior & Exterior Design



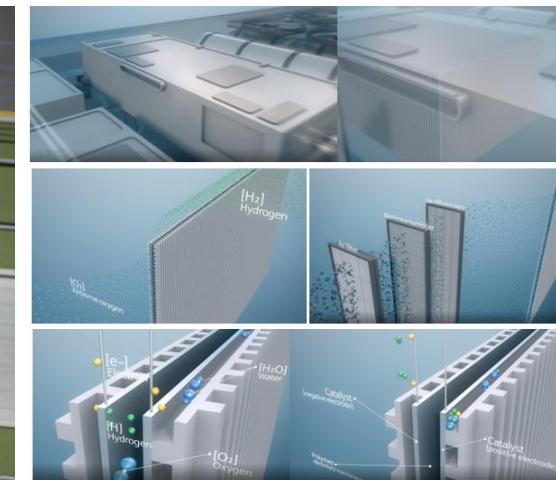
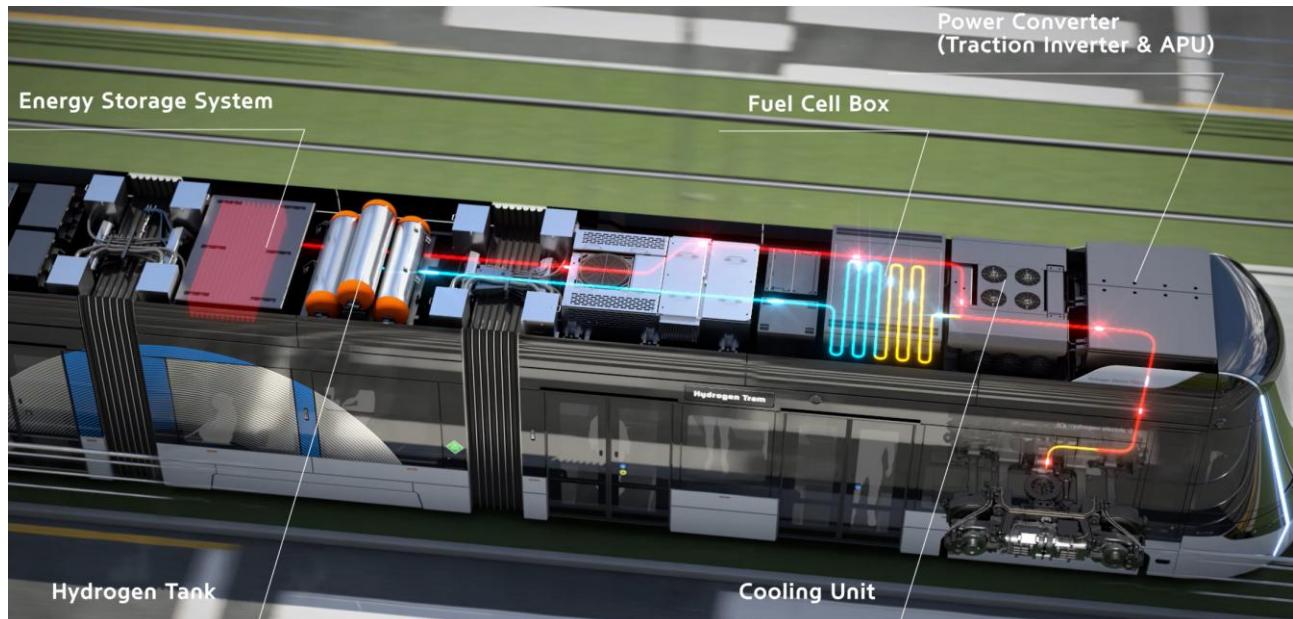
2. VLT A HIDROGÊNIO



Configuração do VLT



Mecanismo do VLT a Hidrogênio



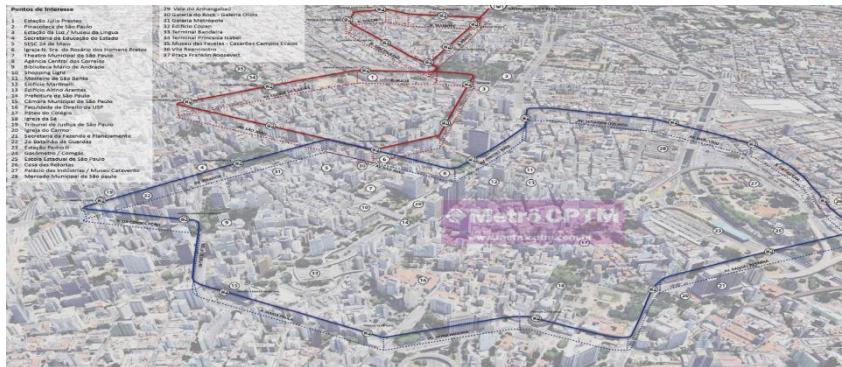
※ Mecanismo de purificação do ar

- Usando filtro de 3 etapas para o fornecimento de oxigênio no ar

Condição Categoria	Manobra Inicial	Aceleração	Velocidade Constante	Frenagem
Padrão de condução	Condução de baixa carga	Condução de alta carga	Condução de Carga Normal	Freio Regenerativo
Fonte de Energia	Célula de Combustível (Carrega OEES)	Célula de Combustível + OEES	Célula de Combustível (Carrega OEES)	Carregamento OEES

Benefícios adicionais

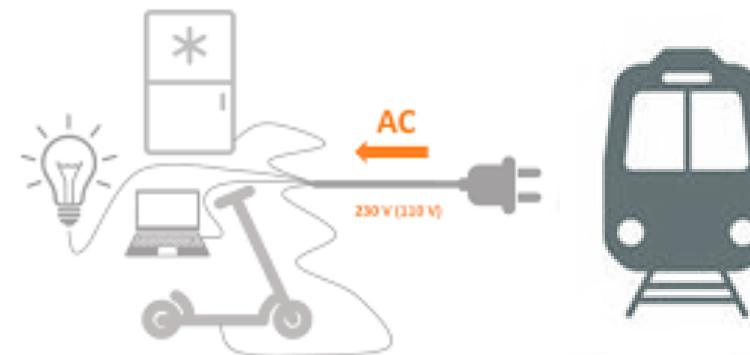
Longas distâncias



Mapa VLT São Paulo : 2 linhas & 12km

- **VLT a hidrogênio pode percorrer longas distâncias (1 or 2 abastec/dia)**
- **Pode operar mesmo com blackout**
- **Não necessita catenária e subestações**
- **Purifica o ar por onde passa**

V2L (Vehicle to Load)



- **3 tomadas são disponibilizadas no VLT (A, B, E module)**
 - 110Vac ou 220Vac – geralmente usadas para aspirador para limpeza interna, mas podem ser utilizadas para abastecer com energia qualquer equipamento ou lugar

Operação comercial VLT a hidrogênio

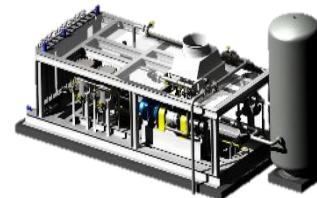
Project		Route Map	Length	Stations	Q'ty(5module)	Opening
Ongoing Project	Daejeon Line2		<ul style="list-style-type: none"> • 38.1km (Longest tramway) 	<ul style="list-style-type: none"> • 45 stations 	<ul style="list-style-type: none"> • 34 trams 	Dec. 2028 (Signed: July. '24)
	Ulsan Jangsaeng-po		<ul style="list-style-type: none"> • 4.6km 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 stations 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 trams 	Dec. 2027 (Signed: May. '25)
Upcoming Project	Ulsan Line1		<ul style="list-style-type: none"> • 10.85km 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 stations 	<ul style="list-style-type: none"> • 9 trams 	Dec. 2029 (Feasibility test completed)
	Jeju Island		<ul style="list-style-type: none"> • 11.74km 	<ul style="list-style-type: none"> • 18 stations 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 trams 	Dec. 2031

3. INFRAESTRUTURA DE HIDROGÊNIO

Portfolio de infraestrutura de hidrogênio

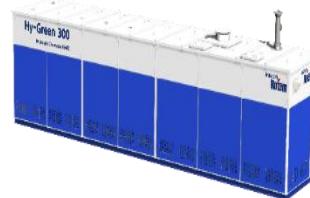
Portfolio de infraestrutura de hidrogênio

Bio gas



Upgrading System

Hydrogen Production



Steam Methane Reformer

CO2 Capturing



CO₂ Capturing System

Refueling System



H₂ Refueling Station

H₂ Mobile Station

Hyundai Rotem Hydrogen Infra References



On-site HRS



H₂ Distribution Center



H₂ Mobile Station

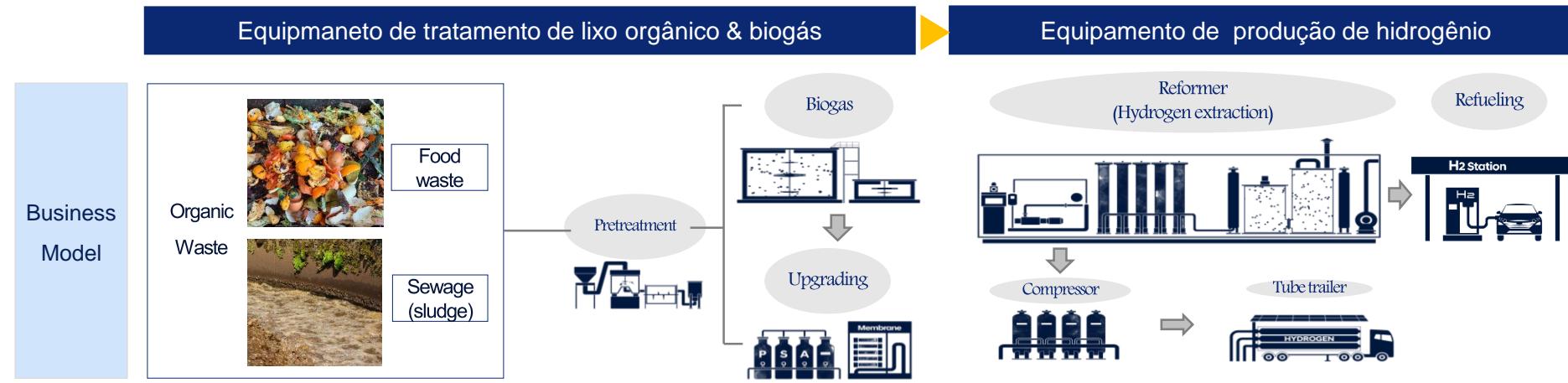


Packaged HRS

3. INFRAESTRUTURA DE HIDROGÊNIO

Do lixo ao hidrogênio

Processo de produção de hidrogênio



Exemplos de projetos na Coreia do Sul



Proven Total Solution Provider



Proven Technology

❖ Stability-proven Hydrogen Fuel cell technology by Hyundai Motor

❖ Joint Development with Government



Aesthetic Design

❖ If Design Award 2023
(World top 3 Design Award)



Total Solution

- ❖ Full package supply (Tram & Reformer, Refueling)
- ❖ System Integration & Integrated system guarantee
- ❖ Customized & Optimized Solution for Client (Operation & Maintenance)

Project Management

- ❖ Full of experience & management capability

Project	Qty	Velocity	Delivery
Turkey IZMIR	38	50km/h	Completed
Turkey ANTALYA	18	70km/h	Completed
Poland WARSAW	123	70km/h	Completed
Canada Edmonton	40	80km	On-going
Egypt Alexandria	30	80km/h	On-going

Obrigado

Creating Innovation for a Better Future

