

# INGETEAM EN EL SECTOR FERROVIARIO

Miguel Regil

Sales Manager

INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A.



ALAMYS



metro bilbao



euskotren



# SECTORES

ENERGÍA



INDUSTRIA



NAVAL



FERROVIARIO



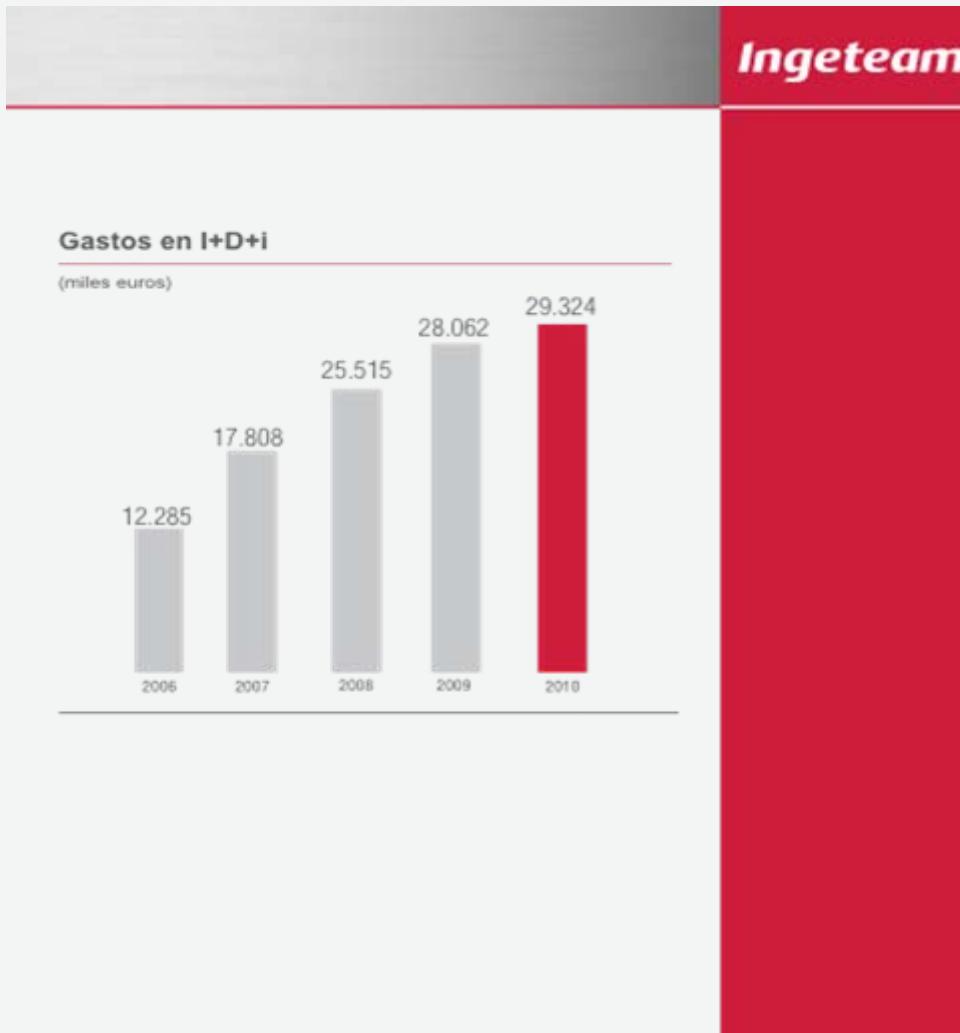
## Núcleo de negocio

- Máquinas eléctricas, generadores y motores.
- Electrónica de potencia y control.
- Ingeniería de aplicación.

# PRESENCIA INTERNACIONAL



# DESARROLLOS TECNOLOGICOS



## *División TRACCION*



### ➤ Soluciones para Material Rodante

- **Ingeniería. Sistema eléctrico Completo**
- **Sistema de Tracción**
- **Sistema de control**
- **Sistemas auxiliares**

### ➤ Sistemas de Recuperación de Energía

# Soluciones para Material Rodante

## ➤ Vehículos Nuevos

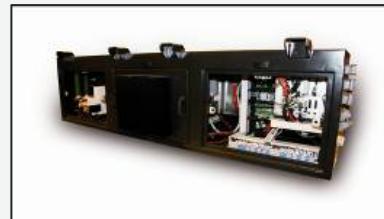


## OBJETIVOS

- Búsqueda configuración óptima.
- Criterios de Interoperabilidad.
- Máxima seguridad
- Máxima fiabilidad
- Valor añadido al pasajero (multimedia)
- Consumo energético mínimo
- Mínimo peso
- Reducción del LCC del proyecto

## ➤ Modernizaciones

- ❖ **Soluciones chopper DC**
- ❖ **Sistemas tracción AC**



# Soluciones para Material Rodante: Modernizaciones

## Por qué?

- Flotas con series de trenes con 20 - 30 años de edad : Diseño robusto y al buen mantenimiento realizado durante su vida útil, que pueden continuar en operación.
- La renovación de la cadena de tracción y auxiliares puede ser una alternativa interesante frente a la adquisición de nuevo material rodante.

Nuestras propuestas tienen gran impacto rejuvenecedor y permiten :

OPTIMIZAR EL CONSUMO ENERGETICO

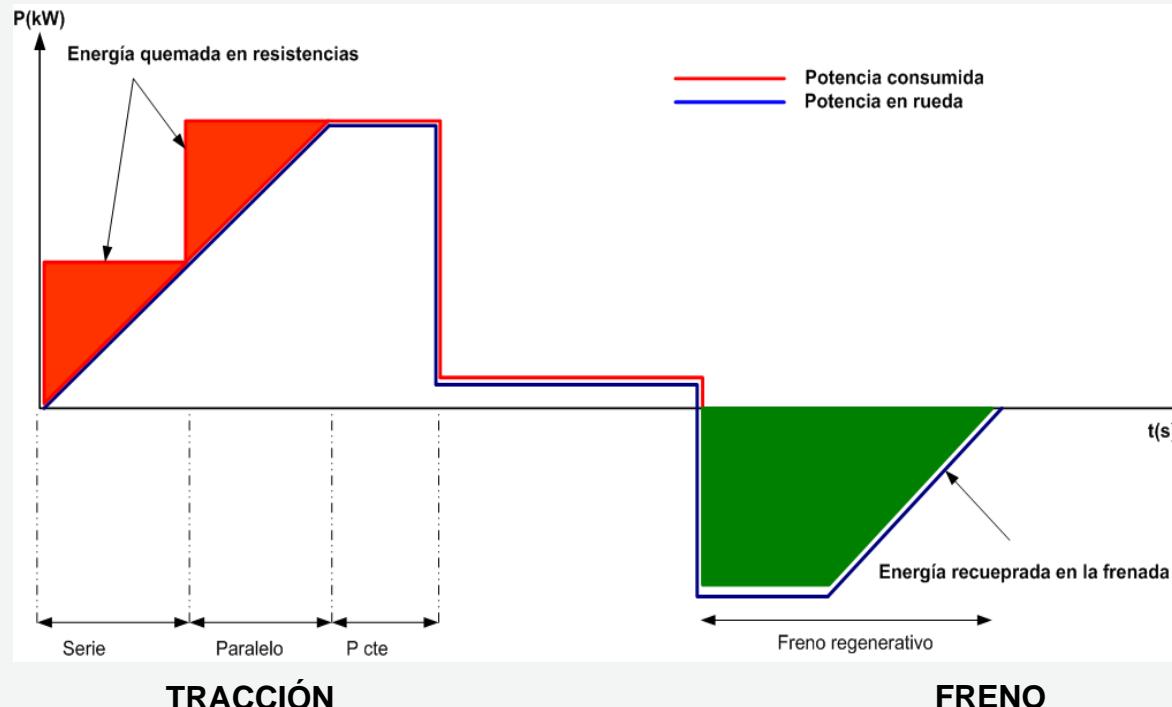
MINIMIZAR COSTES DE MANTENIMIENTO

INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD

AMORTIZACIÓN RÁPIDA DE INVERSIÓN

# Soluciones para Material Rodante: Modernizaciones

## Optimizar el consumo energético



### TRACCIÓN

#### ARBOL DE LEVAS

Durante la aceleración se pierde una gran cantidad de energía en forma de calor en las resistencias

### FRENO

#### ARBOL DE LEVAS

En la mayoría de los casos no hay freno regenerativo

#### CHOPPER DC / ONDULADOR

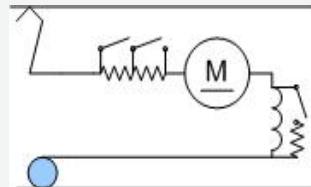
No se utilizan resistencias durante la tracción

#### CHOPPER DC / ONDULADOR

Permite freno regenerativo hasta 5km/h

**Gran margen de ahorro energético**

# Soluciones para Material Rodante: Modernizaciones Mantenimiento



## EXIGE GRAN CANTIDAD DE OPERACIONES DE INSPECCIÓN.

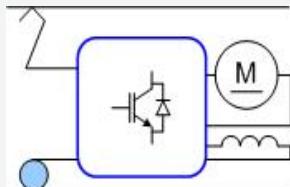
Lo que repercute en un coste importante debido a la gran cantidad de horas de mantenimiento asociadas a las actividades de inspección

## MULTITUD DE ELEMENTOS SOMETIDOS A DESGASTE A SUSITUIR DE MANERA PERIODICA

Coste importante asociado a diversos consumibles y a las operaciones de sustitución.

## OBSOLESCENCIA

En algunos casos surgen complicaciones a la hora sustituir reparar ciertos componentes



## SISTEMA BASADO PRINCIPALMENTE EN ELEMENTOS ELECTRONICOS.

Formado por componentes basados en la mas moderna tecnologia ferroviaria.

## REDUCCIÓN DEL COSTE DE CICLO DE VIDA ASOCIADO AL MANTENIMIENTO.

Costes de mantenimiento similares a los convertidores AC actuales.

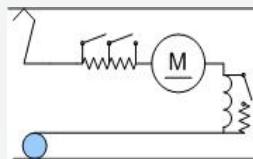
## INCLUYE SISTEMA DE DIAGNOSTICO

Reduce el coste asociado a la identificación de fallos

**Importante ahorro económico a concretar en cada caso**

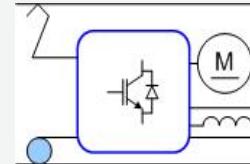
# Soluciones para Material Rodante: Modernizaciones

## Fiabilidad



### MULTITUD DE ELEMENTOS DE FALLO ÚNICO

En la mayoría de las ocasiones únicamente se posibilita el seccionamiento de motores.



### TODOS LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRACCIÓN DUPLICADOS

Sistema redundante. Permite continuar la operación con prestaciones reducidas

### GRAN CANTIDAD DE ELEMENTOS ELECTROMECANICOS

La fiabilidad de estos elementos es mucho menor que la de los dispositivos electrónicos

### Nº ELEMENTOS ELECTROMECANICOS REDUCIDOS AL MINIMO

Nº de comutaciones de estos contactores reducidas al mínimo.



### INCREMENTO DE LOS INDICES DE FIABILIDAD

### REDUCCIÓN DEL COSTE EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE OPERACIÓN Y DE TREN PARADO

### REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE IMAGEN

**Ahorro económico a concretar en cada caso**

# Soluciones para Material Rodante: Modernizaciones

## Amortización

### ➤ Amortización entorno a 5 años debido a:

Eficiencia energética:

- Eficiencia en tracción. Ahorro entorno al **10%**
- Freno regenerativo. Ahorro entorno al **25%**

Menor coste de mantenimiento

Menor coste de tren parado (fiabilidad).

### Amortización rápida de inversión

# Modernización de la EMU UT200 para EuskoTren



- Velocidad Max. : 80 km/h
- Tensión Nominal : 1400 kW
- Potencia Max.: 1650 kW (2x825 kW)
- Esfuerzo Max.: 186 kN
- Tecnología convertidores : IGBTs 3,3 kV
- Motores: Asíncronos
- Convertidores auxiliares: 2
- Sistema refrigeración: Aire

# Modernización de la EMU UT200 para EuskoTren

## ➤ Solución adoptada:



- ❑ Cambio de cadena de tracción con Choper DC, elementos electromecánicos y motores DC a una cadena de tracción AC con ondulador y motores asincronos
- ❑ Motor de tracción
  - Se diseñó un motor mecánicamente igual que el motor DC existente
  - Este caso era especial ya que era un motor con 2 acoplamientos
  - Se aumentó la potencia de la unidad un 40%
- ❑ Convertidor de tracción
  - Se diseñó un convertidor de tracción mecánicamente igual que el chopper antiguo

## ➤ Mejoras con la nueva solución:



- ❑ Confort
- ❑ Mejora de prestaciones:
  - Se incrementó en un 40% la potencia
  - Incrementa la aceleración de 0,7 a 1 m/s<sup>2</sup>
- ❑ Menores costes de mantenimiento
- ❑ Mejora de la fiabilidad de la cadena de tracción
- ❑ Mayor eficiencia energética

# Modernización de la EMU UT3500 para FEVE



- Velocidad Max. : 80 km/h (100 km/h)
- Tensión Nominal: 600 kW
- Potencia Max.: 914 kW
- Aceleración: 1 m/s<sup>2</sup> v=35 km/h
- Esfuerzo Max.: 94 kN
- Nº Convertidores: 2
- Tecnología convertidores : IGBTs 3,3 kV
- Motores: Asíncronos

# Modernización de la EMU UT200 para EuskoTren



## ➤ Solución adoptada:

- Cambio de cadena de tracción con elementos electromecánicos y motores DC a cadena de tracción AC con ondulador y motores asincrónicos
- Motor de tracción
  - Se diseñó un motor mecánicamente igual que el motor DC existente
  - Se incrementó la potencia de la unidad un 40%
- Convertidor de tracción
  - Nueva implantación mecánica de equipamiento eléctrico

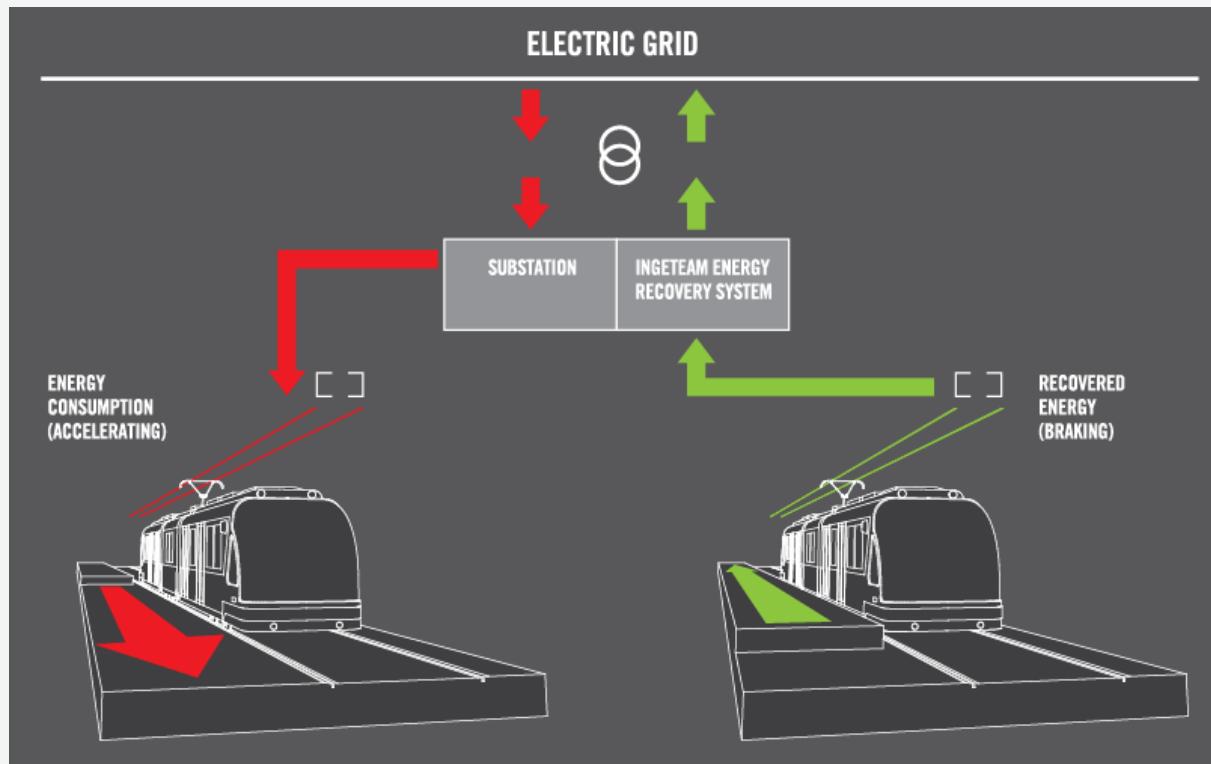
## ➤ Mejoras con la nueva solución:

- Confort
- Mejora de prestaciones:
  - Se incrementó en un 40% la potencia
  - Incrementa la aceleración de 0,7 a 1 m/s<sup>2</sup>
- Menores costes de mantenimiento
- Mejora de la fiabilidad de la cadena de tracción
- Mayor eficiencia energética

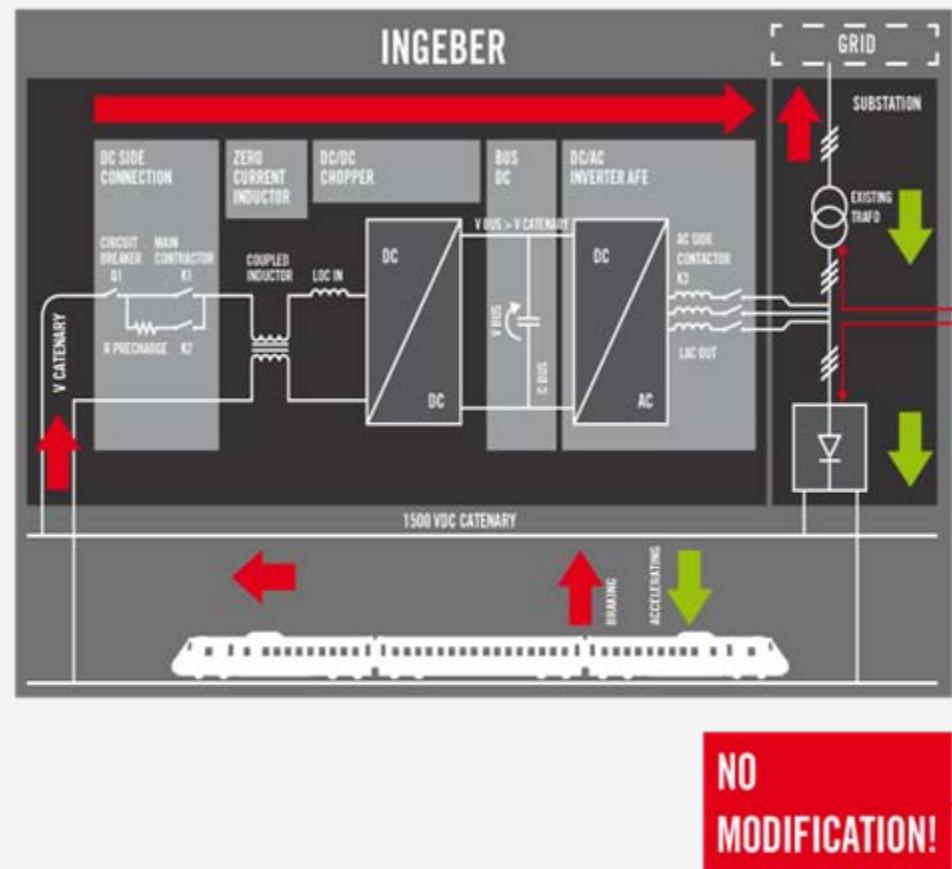


# Sistemas de Recuperación de Energía

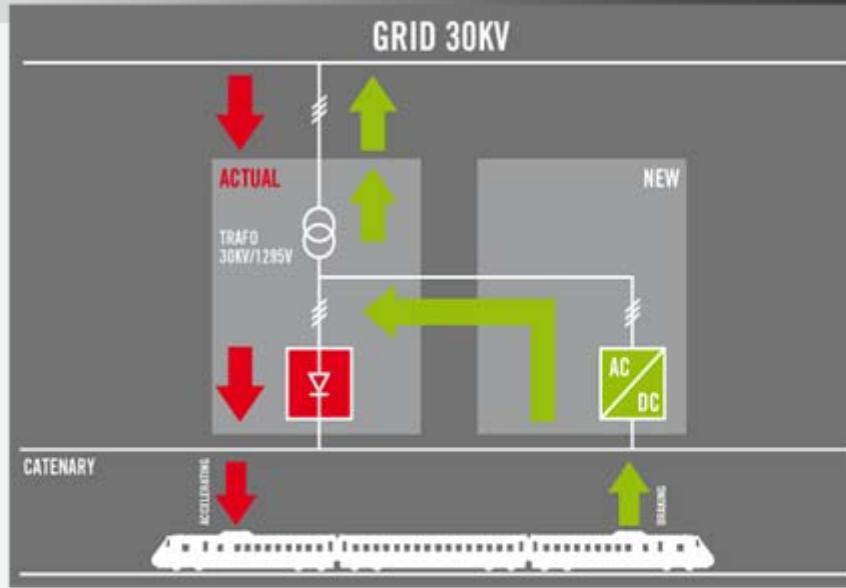
**INGEBER**



El sistema INGEBER permite recuperar energía procedente de la frenada regenerativa y volcarla a la red.



La subestación permite la reversibilidad sin modificar los sistemas existentes y sin afectar a su disponibilidad.



- ✓ Inversor DC/AC entre la catenaria y el elemento secundario del transformador.
- ✓ Conexión en paralelo al rectificador.
- ✓ No se modifican las instalaciones de la subestación.
- ✓ Se garantiza la disponibilidad de la subestación y los ratios de eficiencia.

- ✓ No se modifican las instalaciones de la subestación, por lo tanto, elementos de alto coste como el transformador ó el rectificador se re-utilizan.
- ✓ La operación es transparente para el sistema: es posible aislarlo, sin interruptir la operación de la subestación
- ✓ La potencia del sistema está fijada en base a los ahorros previstos, no a la potencia instalada. Por tanto, los costes son muy ajustados.
- ✓ La corriente transferida a la red trifásica es de alta calidad (THD < 3%)



metro bilbao



## SUBESTACIONES

Ariz-Cocheras

Bolueta

Abando

Lutxana

Lamiako

Aiboa

Larrabasterra

Sopelana-Cocheras

Ansio

Urbinaga

2<sup>a</sup> FASE

Actualidad:

Puesta en Marcha

PROTOTIPO INSTALADO  
EN 2009

2<sup>a</sup> FASE

Actualidad:

Puesta en Marcha

Tension Catenaria:1.500 Vdc



## Resultados

✓ 52% de la energía de tracción se recupera durante la frenada

44% de la energía de tracción se alimenta a la catenaria

8% se quema en las resistencias

✓ 7% de la energía de tracción se pierde en la catenaria

8% de la energía de tracción, es equivalente al 13.05% del total de la energía consumida en el sistema para tracción. Este es el máximo ahorro teórico.

### OBJETIVO GLOBAL DEL PROYECTO (Red):

**Energía cogenerada =  $0.1305 \times 52,500 \text{ MW.h} = 6,851.3 \text{ MW.h}$**



## Datos reales Prototipo Ripa

85	Laborables	2,640 kWh/day	Recuperacion / semana = <b>23,080 kW/h/week</b>  Consumo Energético En Traccion = <b>167,879 kW/h</b>	 <b>13.3%</b>	<b>Rec. anual</b>  <b>1.203.391,20 kWh/año</b>
22	Viernes N	800 kWh/day			
24	Sábado	3,130 kWh/day			
19	Sábado N	1,880 kWh/h			
20	Domingo	4,050 kWh/h			

Recuperación energía total,  
 Previamente quemada en resistencias: 1,204 MW.h



## Conclusiones

- ✓ Ahorros reales en subestación de 1mio/kWh, Potencia total instalada: 1,5 MkW:  
Si se aumenta la potencia, los ahorros no se incrementan proporcionalmente
- ✓ Periodo Amortización: 6 años
- ✓ Energia devuelta a la red de distribución se regula por RD-1011-2009:  
Proceso administrativo es simple y rápido.
- ✓ Instalación reducida e independiente.
- ✓ Sistema transparente respecto a la subestación: que se puede aislar, sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.
- ✓ Energia devuelta a la red, cumple con todos los requisitos establecidos por la compañía suministradora (Pulso y calidad de onda)



metro bilbao



EQUIPO DE POTENCIA

CONTROL: IN SITU / REMOTO

Ingeteam

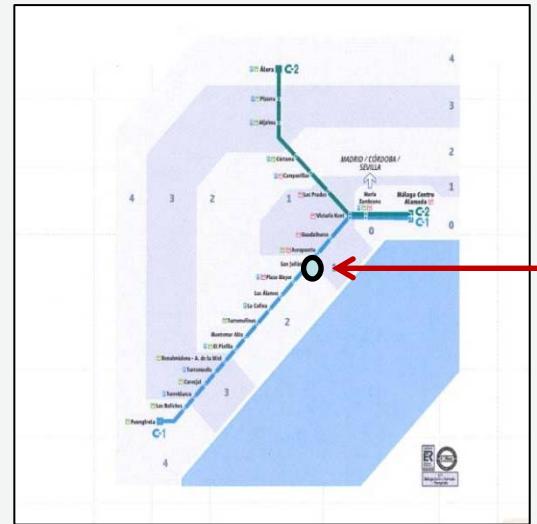
Instalación: 7,5 m<sup>2</sup>

Prototipo instalado en Ripa



ADIF, Málaga C-1.

3,000 Vdc



**Objetivo Global del Proyecto / Año :  
Energía Recuperada= 1,400 MW.h**

ADIF, Málaga C-1.

3,000 Vdc



INGEBER	LA COMBA, Malaga C-1
<b>Max. Potencia Instantanea</b>	2,000kW
<b>Tensión nominal</b>	3,300Vdc
<b>Voltaje Max.DC</b>	4,000Vdc
<b>Max.Corriente DS</b>	606A
<b>Voltaje AC nom. [±7%]</b>	1,300Vac
<b>Max. Corriente</b>	955A
<b>Corriente Max. TDD%</b>	<5%
<b>Frecuencia salida</b>	50Hz
<b>Refrigeración</b>	Aire forzado
<b>Instalación</b>	Subestación Tracción

## Qué hacer con la energía recuperada?

La energía recuperada tiene 2 posibles usos:

- ✓ Uso interno, en la red del operador.
- ✓ Devolución a la red de distribución eléctrica.      Es posible si:

- Hay un acuerdo previo.
- Hay una legislación que regula como se descuenta la energía devuelta en la factura energética del operador

En España : *RD 1011-2009*.

## R.D. 1011/2009

**10220** *Real Decreto 1011/2009, de 19 de junio, por el que se regula la Oficina de Cambios de Suministrador.*

«Disposición adicional duodécima. Vertidos a la red de energía eléctrica para consumidores que implanten sistemas de ahorro y eficiencia.

1. Los consumidores de energía eléctrica conectados en alta tensión que debido a la implantación de un sistema de ahorro y eficiencia energética dispongan en determinados momentos de energía eléctrica que no pueda ser consumida en su propia instalación podrán ser autorizados excepcionalmente por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a vender dicha energía a la red siempre que cumplan los siguientes requisitos.
  - a) Que presenten certificado del gestor de la red a la que estén conectados acreditativo de haber obtenido el derecho de acceso para vender energía eléctrica de conformidad con lo previsto en el Título IV de este real decreto.
  - b) Que presenten un proyecto de las medidas de ahorro y eficiencia a adoptar indicando la incidencia en su consumo de energía eléctrica.
2. Para la facturación del suministro la energía vertida a la que se refiere el apartado anterior será descontada en cada hora de la energía eléctrica adquirida por el titular de la instalación. El saldo horario resultante entre la energía eléctrica adquirida y la energía vertida a la red no será en ningún caso negativo.
3. La energía vertida, a la que se refiere el apartado 1, podrá ser objeto de expedición de las garantías de origen de eficiencia que reglamentariamente se establezcan.

Gracias por su atención  
Obrigado

[miguel.regil@ingeteam.com](mailto:miguel.regil@ingeteam.com)