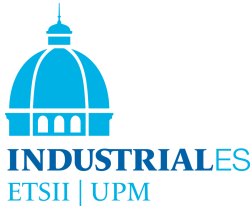


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

PROYECTO FINAL DE CARRERA

SISTEMA DE SUMINISTRO DE POTENCIA DE  
TRACCIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA LÍNEA  
FERROVIARIA TURCA HALKALI – GEBZE

Albert Ferrer-Bonsoms Trigueros  
Septiembre 2011



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

PROYECTO FINAL DE CARRERA

SISTEMA DE SUMINISTRO DE POTENCIA DE  
TRACCIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA LÍNEA  
FERROVIARIA TURCA HALKALI – GEBZE

**Tutor:** José Marín Palacios  
**Autor:** Albert Ferrer-Bonsoms Trigueros

Septiembre 2011

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1.</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2.	ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	2
<b>2.</b>	<b>SISTEMA DE POTENCIA DE TRACCIÓN EXISTENTE .....</b>	<b>3</b>
2.1.	LADO EUROPEO .....	3
2.2.	LADO ASIÁTICO .....	4
2.3.	CESE Y DESMANTELAMIENTO .....	5
<b>3.</b>	<b>REQUISITOS OPERACIONALES .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO A INSTALAR .....</b>	<b>7</b>
4.1.	CONMUTADOR DE ALTA TENSIÓN CON AISLAMIENTO DE GAS .....	8
4.1.1.	PROTECCIÓN DE TENSIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA .....	11
4.1.2.	PROTECCIÓN DE FRECUENCIA MÍNIMA Y MÁXIMA .....	11
4.2.	TRANSFORMADORES DE TRACCIÓN .....	11
4.2.1.	PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES .....	12
4.2.2.	PROTECCIÓN DEL RECINTO DEL TRANSFORMADOR .....	13
4.3.	EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN .....	14
4.3.1.	APARAMENTA DE 25 KV .....	14
4.3.2.	INTERRUPTORES (SWITCHGEARS) DE SECCIONAMIENTO A CATENARIA	17
4.3.3.	PARARRAYOS DE 25 KV .....	17
4.3.4.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA (PF) .....	17
4.3.5.	FILTRO ARMÓNICO .....	19
4.3.6.	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES .....	19
4.4.	BAJA TENSIÓN Y SERVICIOS DEL EDIFICIO .....	20
4.4.1.	EQUIPOS DE CORRIENTE CONTINUA .....	20
4.4.2.	VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO .....	20
4.4.3.	SISTEMA DE SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO .....	21
4.4.4.	SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INTRUSIONES .....	22
4.5.	SISTEMA DE CONEXIÓN A TIERRA .....	22
4.6.	COMUNICACIÓN Y CONTROL .....	24
<b>5.</b>	<b>ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL .....</b>	<b>25</b>

---

<b>6. CONEXIÓN CON TEIAS .....</b>	<b>26</b>
<b>7. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA AUXILIAR .....</b>	<b>28</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES DE TRACCIÓN .....	8
TABLA 2. CONEXIÓN DE LAS SUBESTACIONES A LA RED DE 154 KV .....	27
TABLA 3. PUNTOS DE CONEXIÓN A LA RED DE 34.5 KV.....	30

### ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DEL MARMARAY PROJECT .....	1
FIGURA 2. SITUACIÓN ACTUAL. SUBESTACIÓN DE VELIEFENDI.....	4
FIGURA 3. SITUACIÓN ACTUAL. SUBESTACIÓN DE IDEALTEPE.....	5
FIGURA 4. CONMUTADOR CON AISLAMIENTO DE GAS.....	9
FIGURA 5. CONCEPTO DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA EN EL LADO ASIÁTICO .....	28
FIGURA 6. CONCEPTO DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA EN EL LADO EUROPEO .....	29



## 1. GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto llamado “Marmaray Project” requiere la actualización del Suministro de Potencia de Tracción (TPS) de la línea de ferrocarril electrificada entre Halkali y Gebze. Operarán más servicios ferroviarios, aumentando por tanto la demanda de potencia de las subestaciones de tracción.

Este requisito implica la actualización de la electrificación utilizando un suministro de potencia de tracción de 25.000 Voltios, 50 Hz de corriente alterna y monofásico. El propósito que persigue el TPS es proveer, de forma económica, segura, fiable y técnicamente eficiente, potencia eléctrica a los trenes que operen dentro del Marmaray Project.

El Marmaray Project se divide en tres secciones:

1. El contrato BC1 (Bosphorus Crossing Contract), que comprende un túnel inmerso que pasa por debajo del fondo del mar del estrecho del Bósforo y sus dos túneles laterales de acceso, junto con tres estaciones subterráneas y una estación superficial.
2. El contrato CR3 (Commuter Rail Contract) de cercanías, en el que se enmarca el presente document.
3. El contrato CR2, de material rodante.



**Figura 1. MAPA DEL MARMARAY PROJECT**

El trabajo para el CR3 requiere la implementación de un sistema de cercanías sustancialmente actualizado a través de toda la región metropolitana de Estambul, utilizando los túneles y las estaciones que son contruidas bajo el contrato CR1, para ofrecer un servicio sin discontinuidad entre el lado europeo y el lado asiático de la ciudad. El sistema de trenes de cercanías actualizado proporcionará

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

infraestructuras específicas y separadas especialmente diseñadas para los trenes interurbanos (IC) de mercancías y pasajeros y para las operaciones de los trenes de cercanías (CR) de gran capacidad.

Los diferentes servicios tendrán que compartir el acceso al túnel del Bósforo teniendo prioridad los trenes CR durante las horas de demanda máxima. Para alcanzar esta integración se dispondrá de tres vías en la superficie. Como principio general se reservarán dos vías (T1 Y T2) para los trenes CR, debido a sus cortos intervalos entre trenes y a la fiabilidad exigida. La tercera vía (T3) servirá para dar servicio bidireccional a los trenes IC tanto de pasajeros como de mercancías, utilizando lazos de paso. Los trenes de mercancías –que únicamente operan por la noche cuando está cerrado el servicio de cercanías– también utilizarán las vías T1 y T2. En las entradas al túnel del Bósforo, los trenes IC y los trenes de mercancías entrarán en las vías de los trenes CR y procederán a lo largo del túnel.

### 1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a realizar bajo el sistema de suministro de potencia de tracción se pueden resumir como sigue:

- El sistema completo de suministro de potencia de tracción para las vías T1, T2 y T3 así como todos los almacenes y patios de estacionamiento para los trenes IC y CR, desde Halkali hasta Gebze.
- Todos los trabajos civiles, mecánicos y eléctricos de ingeniería necesarios para la construcción de las nuevas subestaciones y para la actualización de las ya existentes.
- Provisión de una planta de generación diesel en “standby”, instalada como parte de la Subestación de İbrahimağa.
- Equipamiento para los nuevos postes de seccionamiento.
- Todo el trabajo asociado a la adecuada conexión del TPS al suministro de TEIAS (Compañía turca de transporte eléctrico).
- Medición de la potencia de 154 kV.
- Conexión entre la red de TEIAS y las subestaciones de tracción.
- Asegurar que el nivel de la interferencia electromagnética (EMI) emitida por el TPS está limitada por los valores máximos que se especifican en los relevantes estándares IEC y EN.
- Piezas de repuesto, explotación y mantenimiento referidos al sistema de tracción.
- Diseño antivandalismo para la protección de las instalaciones, especialmente en áreas residenciales.

## 2. SISTEMA DE POTENCIA DE TRACCIÓN EXISTENTE

En el lado asiático del estrecho del Bósforo, el sistema existente de cercanías opera entre Haydarpaşa y Gebze y en el lado europeo el sistema que hay opera entre Sirkeci y Halkali. Los trenes interurbanos (IC) operan tanto con trenes diesel como con una línea aérea de contacto de 25 kV. Tanto el lado europeo como el asiático están electrificados mediante una catenaria con 25 kV y 50 Hz.

El sistema de electrificación actual alimenta dos vías y está dividido geográficamente en dos áreas en las que se realizan operaciones diferenciadas;

- De Sirkeci a Halkali en el lado europeo (electrificado alrededor de 1955)
- De Haydarpaşa a Gebze en el lado asiático (electrificado alrededor de 1969).

Los suministros de energía eléctrica a 154 kV y 34.5 kV son transformados a 25 kV, 50 Hz en sistema monofásico y entregados a la línea aérea de contacto a través de feeder aéreos. Todas las subestaciones de tracción están equipadas con filtros de armónicos y equipamiento de corrección del factor de potencia.

### 2.1. LADO EUROPEO

Las subestaciones de potencia de tracción existentes son las que siguen:

- a) **Halkali** (kilometraje aproximado 27+000), con subestación transformadora que incluye dos transformadores de alimentación (7,5 MVA) conectada a la red de alta tensión de TEIAS a 154 kV.
- b) **Veliefendi** (kilometraje 10+850). Con una estación transformadora a 34,5 kV y un filtro de corriente alterna. A su disposición hay dos barras conductoras de 34,5 kV y dos de 25 kV (cada uno de ellos para un grupo, y un tercero capaz de ser conectado a los dos). También incluirá dos porticos de alimentación de salida (solo se utilice uno de ellos). Dos cables salen de él, uno para cada vía. Los feeders que van a la catenaria salen desde una de estas barras conductoras, dejando la otra libre para alimentar la catenaria en caso de que se cierre el bypass. Consiste en tres grupos de energía, que proporcionan una potencia total de 21 MVA y un pequeño transformador auxiliar (las protecciones están instaladas en un edificio anexo).

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---



**Figura 2.** Situación actual. Subestación de Veliefendi

### 2.2. LADO ASIÁTICO

Las subestaciones de potencia de tracción existentes son como se sigue:

- a) **Idealtepe** (kilometraje 12 +190) con una estación transformadora de 154 y 25 kV. Consiste en dos grupos de energía que proporcionan un total de potencia de 2x7,5 MVA. Incluirá una salida a los porticos de alimentación sustentados en postes de hormigón. Desde el portico de alimentación se distribuyen 4 salidas a la catenaria, para cada lado y para cada vía.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze



**Figura 3.** Situación actual. Subestación de Idealtepe

b) **Osmangazi** (kilometraje 39+800) con una estación transformadora de 154 kV (red de TEIAS) y 25kV. Consiste en dos grupos de energía que proporcionan una potencia de 2x12.5 MVA, la salida al pórtico de alimentación está hecha sobre postes de acero. Desde el portico de alimentación se distribuyen 4 salidas a la catenaria, para cada lado y para cada vía.

### 2.3. CESE Y DESMANTELAMIENTO

Debido a los requisitos del nuevo diseño, es necesario cambiar todo el sistema transformador de alta tensión. Los nuevos equipos, que serán del tipo GIS (Gas Insulated Switchgear) interior –y no parques de intemperie como actualmente– implican el rediseño completo del edificio de la subestación. Por lo tanto, se requerirán los siguientes trabajos en las subestaciones existentes de Halkali, Velifendi, Idealtepe y Osmangazi:

- a) La demolición y la reconstrucción de un edificio más grande con los nuevos equipos.
- b) La evacuación de todos los materiales existentes, tales como transformadores y equipos de alta tensión.

Estos materiales permanecerán en propiedad del contratante y su cese, incluyendo el equipo eléctrico, se deberá realizar según los planes de calidad de desmantelamiento.



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Todo el material y el equipo será desmantelado cuidadosamente y transportado, descargado y depositado en las áreas designadas en Arifiye y Pendik. Será necesario hacer todos los preparativos para un guardado en condiciones para asegurar la seguridad de los materiales durante todo el periodo del contrato. El almacenamiento se hará de acuerdo con los requisitos y bajo la supervisión de TCDD (Empresa pública turca de ferrocarriles)

En caso de que fuera necesaria otra área de almacenamiento, el contratista preparará un inventario con las cantidades y condiciones de los materiales y equipos que deberá ser aceptado por el contratante y TCDD en el momento de la entrega/almacenamiento.

Todos los materiales y equipos pertenecientes a terceros (otros a parte de TCDD) y que precisen ser evacuados deberán ser desmantelados cuidadosamente para minimizar los daños y transportados, descargados y almacenados en el área de obras más cercana para que puedan ser recogidos por sus propietarios.

La eliminación de todos los materiales derivados de las obras se deberá llevar a cabo sin causar ningún inconveniente indebido a la población cercana.

### 3. REQUISITOS OPERACIONALES

El TPS debe cumplir los siguientes requisitos específicos:

- a) Incorporar puntos óptimos de conexión a la red de alta tensión de TEIAS y proveer la medición y redundancia de energía necesarias en la distribución así como instalaciones de transformación para alcanzar la disponibilidad exigida al TPS.
- b) Suministrar una potencia de tracción a 25 kV a la línea aérea de contacto bajo condiciones de máxima y mínima demanda sin disminución de la calidad del suministro.
- c) Incorporar suficiente capacidad de suministro de potencia en cada subestación, incluyendo provision de capacidad de reserva para el caso de que una subestación adyacente se encuentre fuera de servicio, y mantener una calidad del suministro de potencia estable bajo todas las condiciones de suministro y de carga.
- d) Cada estación de transformación debe incluir un transformador en espera (en “standby”) –para proveer alta redundancia– para usar en caso de fallo del transformador que está conectado. Cada subestación tendrá un suministro de potencia de reserva por si o cualquier razón una subestación adyacente se encontrase fuera de servicio. Adicionalmente, los subsistemas del TPS deben incluir control, monitorización de las condiciones de operación e instalaciones de diagnóstico que deben activar una reconfiguración manual o automática del sistema a través del SCADA o paneles de control locales.
- e) El control del sistema, alarmas e indicaciones para todos los equipos del TPS deberán ser implementados utilizando RTU's conectados al SCADA y

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- a los paneles de control locales. La seguridad de la puerta de cada subestación se deberá monitorizar a través de SCADA siempre que sea posible.
- f) La tensión nominal de operación debe ser 25 kV referidos a tierra, con 50 Hz de frecuencia y de una única fase de corriente alterna, de acuerdo con los estándares internacionales tales como UIC-600.
  - g) El sistema de suministro de potencia de tracción deberá partir de la red trifásica de TEIAS de alta tensión a 154 kV con un rango de factor de potencia entre  $0,97 \leq \cos \Phi < 1,0$  en todos los puntos de suministro. Se proveerá de corrección del factor de potencia para mantener el rango especificado bajo condiciones de carga.
  - h) El desequilibrio de tensión deberá estar limitado a 0,75 % en las condiciones nominales de operación. En caso de emergencia (cuando una subestación suministra potencia a la sección adyacente de alimentación y la carga sobre la subestación aumenta) el límite debe ser del 1,0 %.
  - i) La integración de las estaciones de alimentación de tracción y de la línea aérea de contacto deber permitir independencia operacional en condiciones de seguridad de los sistemas IC (T3) y CR (T1, T2).
  - j) Los niveles de distorsión de armónicos deberán cumplir con los estándares de TEIAS.
  - k) La puesta a tierra cumplirá con EN50122-1
  - l) Los requisitos de inspección del equipo del TPS, incluyendo seccionadores de circuito e interruptores de conexión a tierra deberán cumplir con los requisitos de IEC 62271. Los equipos tanto de interior como de intemperie que no han sido inspeccionados y certificados deberán ser sometidos a tests de resistencia mecánica específica.
  - m) Las piezas de recambio suministradas deberán ser suficientes para un periodo de 5 años basándose en el análisis de fiabilidad y los MTTRs (Mean Time To Recovery) requeridos. Al margen de MTTRs, se deberá provisionar un mínimo de una pieza de repuesto para cada ítem para mantener la disponibilidad del sistema.
  - n) Requisitos medioambientales. Los equipos instalados serán inmunes la interferencia electromagnética (EMI) exterior y no generará EMI que afecte a otros sistemas (ref: IEC 61000) y las emisiones de ruido tanto del equipo interior como del exterior cumplirá con los estándares turcos y con las legislaciones locales.

#### **4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO A INSTALAR**

La potencia de tracción será suministrada a través de 6 subestaciones de tracción eléctrica, alimentadas desde la red de TEIAS a 154 kV. La potencia de las subestaciones de tracción eléctrica se puede observar en la tabla 1 de este apartado.

El sistema de potencia de tracción será electrificado a una tensión nominal de 25 kV con sistema monofásico de corriente alterna y a 50 Hz. Se alimentará desde

Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

las subestaciones de tracción eléctrica a la línea aérea de contacto a través de interruptores de aislamiento.

La distribución de las subestaciones y la potencia instalada en cada una de ellas están de acuerdo con la evaluación de demanda de potencia de tracción llevada a cabo utilizando el programa **RailPower**, desarrollado por **Ardanuy Ingenieria S.A.**

Localización	Kilometraje	Subestación de tracción	Potencia a instalar
EUROPA	2 km al norte de la estación de Halkali	Halkali	2x15 MVA
	10+850	Veliefendi	2x30 MVA
ASIA	1+293	Ibrahimağa (Kadikoy)	2x30 MVA
	12+190	Idealtepe	2x25 MVA
	24+150	Pendik	2x25 MVA
	39+800	Osmangazi	2x15 MVA

**Tabla 1.** Potencia de los transformadores de tracción

Además se intalará una planta generadora diesel como parte de la subestación de İbrahimağa para suministrar potencia de forma temporal a la catenaria del túnel de Bósforo para que los trenes que se encuentren en su interior puedan acceder al exterior en caso de interrupción del suministro normal. Teniendo en cuenta que la máxima potencia instantánea que un tren necesita a 25 km/h es 1,1 MW, se ha previsto una potencia total de 2 generadores diesel de 2 MW cada uno, uno para cada vía de CR, para generar la potencia necesaria para evacuar 2 trenes de 10 vagones. Se instalarán dos depósitos de diésel de 30.000 l. cada uno de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio (PRFV).

#### 4.1. CONMUTADOR DE ALTA TENSIÓN CON AISLAMIENTO DE GAS

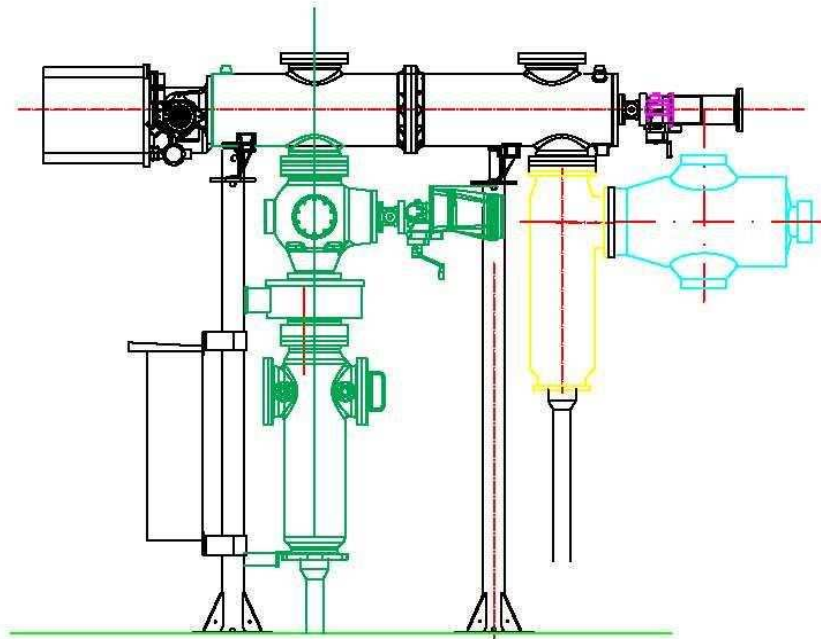
Las conexiones a la red de TEIAS a 154kV se harán mediante cables enterrados hasta el eje del lote donde se encuentra el pórtico de la compañía eléctrica. Las celdas GIS (Gas Insulated Switchgear) se instalarán en el lado de alta tension de las subestaciones.

Los cables que se empleen deberán cumplir con los estándares de TEIAS de 154 kV.

Las celdas de conexión GIS estarán localizadas como se muestra en los planos correspondientes. El conmutador con aislamiento de gas se compone de módulos funcionales tal y como se muestra en la siguiente fiura:



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze



**Figura 4.** Conmutador con aislamiento de gas

Todas las conexiones entre elementos serán hechas de aluminio, con los acabados realizados en plata y estarán instaladas dentro de los contactos, cubiertos también con plata. Estos contactos serán de tipo deslizante para permitir su ampliación sin transmitir esfuerzos mecánicos a los aisladores de soporte.

Todos los paneles y recintos de los equipos –no únicamente los interruptores de 154 kV, sino todos en general– deben cumplir con las especificaciones de IEC 60439. La protección de acceso deberá reunir los requisitos adecuados según los equipos que se contengan. Las instalaciones deberán estar previstas para que se pueda realizar el cableado de forma segura teniendo en cuenta el sellado adecuado de la entrada a los recintos. Estos recintos (contenedores de los equipos) tendrán que prever la fijación de etiquetas, números de equipo e indicadores además de estar equipados con iluminación y calefacción para evitar condensación.

De acuerdo con las características anteriormente mencionadas y siguiendo el estándar de TEIAS, los valores nominales para las celdas GIS a instalar son los siguientes:

- Corriente nominal: 1,250 A
- Frecuencia nominal: 50 Hz

Los interruptores del circuito de gas tendrán las siguientes características:

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- Corriente nominal: 1,250 A
- Corriente de cortocircuito  $\geq 31.5$  kA
- Extraíbles, pero con una configuración para prevenir intercambios accidentales de interruptores del circuito con diferente configuración de seguridad o corriente nominal.
- Los interruptores de circuito con la misma tensión nominal deberán ser intercambiables y estar equipados con aisladores de tierra y un contador de operaciones. Cada interruptor deberá ser capaz de estar aislado de cualquier fuente de potencia y deberá ser enclavado con el seccionador respectivo. No deberá ser posible abrir un conmutador de aislamiento fuera de carga mientras los interruptores de circuito se encuentren en la posición cerrada.
- Deberán cumplir con IEC 62271 y una vida de diseño de, al menos, 30 años.

Las baterías y los cargadores necesarios para los mecanismos de disparo de los interruptores de circuito serán del tipo de bajo mantenimiento.

Los transformadores de corriente tendrán las siguientes características:

- El diseño y la instalación deberán estar de acuerdo con IEC 60044-1.
- Deberán ser del tipo de baja reactancia de dispersión.
- La clase y la clasificación deberán ser adecuadas para la medición, seguimiento y requisitos de protección.
- La vida de diseño será, al menos, de 40 años.

Transformadores de tensión (VTs, de *Voltage transformers*) con dispositivos integrados de aislamiento: se suelen emplear cuando se realice un test de cable con alta tensión continua en el lado del feeder y el transformador de tensión estaba conectado al cable del lado del feeder. En el secundario del transformador de tensión puede haber bobinas de medida una bobina en triángulo abierto para detectar fallos a tierra. El transformador de tensión contiene bobinas de lado a lado. Las capas cargadas con alta tensión están aisladas unas de otras mediante una película de plástico. Los espacios intermedios son impregnados en un proceso especial con gas SF<sub>6</sub>. El diseño y suministro de los transformadores de tensión tendrá que cumplir los siguientes requisitos:

- Cumplimiento de los requisitos de IEC 60044-2 y
- La clase de precisión de los transformadores de tensión deberá ser adecuada para la medición, seguimiento y protección.
- La vida de diseño será, al menos, de 40 años.

Además de los módulos esenciales funcionales, una completa configuración de una subestación puede requerir diferentes módulos de finalización, que principalmente son los siguientes:

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- Adaptadores. Pueden ser necesarios como adaptadores puros trifásicos, monofásicos, o adaptadores para conectar bridas.
- Conductos de bus y piezas de ángulo. Principalmente son empleados en caso de tener una conexión de buje gas –aire o conexiones a un transformador de potencia aisladas con SF<sub>6</sub>.
- Piezas en cruz y en T: Se usan básicamente para uniones de corriente en T. Los recintos son idénticos a los utilizados para el desconectador y el interruptor de tierra.
- Descargadores de tensión. Son utilizados como autoprotección de la apramenta, con cables conectados y componentes sesibles de sobretensión aguas abajo como transformadores de potencia. Consisten en resistores de discos apilados de ZnO y muestran una característica tensión-corriente característica extremadamente no lineal. Los descargadores de tensión de los aisladores de gas se montan en un conducto típico de bus. Pueden ser conectados con la apramenta mediante un aislador de barrera estándar. Estos módulos están equipados con un soporte o con un aislador de barrera. Los enchufes y contactos de tulipa sirven para conectar los conductores.

### 4.1.1. PROTECCIÓN DE TENSIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA

En la instalación se permiten sobretensiones y caídas de tensión transitorias, por lo que los relés deberán ser ajustados y temporizados de acuerdo a la regulación de TEIAS.

### 4.1.2. PROTECCIÓN DE FRECUENCIA MÍNIMA Y MÁXIMA

Las disminuciones de frecuencia a valores por debajo de 49 Hz son muy comunes en redes eléctricas, como en la red de TEIAS donde la frecuencia del sistema puede ascender hasta 52 Hz y descender hasta 47 Hz. Por esta razón, los relés de frecuencia máxima y mínima se instalarán de acuerdo con la regulación de TEIAS.

## 4.2. TRANSFORMADORES DE TRACCIÓN

El tipo de transformador requerido para el proyecto Marmaray es de aislamiento de aceite para instalación a la intemperie, con los siguientes requisitos:

- Tensión nominal: 154 kV/25 kV
- Frecuencia: 50 Hz
- Montaje de carril instalado sobre zócalo
- Cortafuegos
- Vida de diseño de 50 años

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Los transformadores deberán estar protegidos contra cortocircuitos y sobrecalentamientos y deberán ir equipados con los dispositivos estándares de protección. El transformador, incluyendo su base, deberá ser diseñado para cumplir requisitos sísmicos.

Las potencias nominales de los transformadores son las que se muestran en la Tabla 1, 15, 25 y 30 MVA.

### 4.2.1. PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES

La protección de los transformadores se divide en dos tipos distintos de protección: interna y externa.

#### **Protección interna**

Las protecciones internas serán provistas por el proveedor del transformador y deberán tener, como mínimo, las siguientes protecciones internas:

- Relés Buchholz, con alarma y niveles de disparo.
- Termómetro, con alarma y niveles de disparo.
- Detector de nivel de aceite en el depósito de expansión del transformador, con alarma.
- Imagen térmica, con disparo.
- Chimenea de desahogo con disparo para proteger ante sobrepresiones.
- Una válvula de seguridad de aligeramiento de sobrepresión para el recinto del transformador.

El dispositivo de disparo de estas protecciones enviará la orden de abrirse a los interruptores de circuito correspondientes.

#### **Protección externa**

Protección diferencial es una protección del transformador muy selectiva. Este tipo de protección del transformador es capaz de detectar cualquier cortocircuito o contacto indirecto que ocurra dentro de los márgenes de operación, lo que quiere decir, que en la sección del circuito entre los transformadores de corriente se enviará una señal eléctrica a los dispositivos de interrupción. Para hacer esto, este tipo de protección es capaz de detectar tanto fallas internas como fallas externas en los transformadores. En otras palabras, detecta diferencias entre los amperios de entrada y de salida del nodo eléctrico.

Los inconvenientes de este tipo de protección son que es necesario limitar la sensibilidad debido a la imprecisión de los transformadores de corriente, y la regulación de la tensión y corrientes de vacío cuando el transformador está conectado. Por estas razones es necesario asignar un nivel de amperaje por encima del cual el dispositivo debería operar y por debajo del cual no debería operar.

De todos modos, estos inconvenientes son reversibles, y la mayoría de los fallos no son muy importantes.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Para cada transformador se deberá instalar un relé de protección diferencial.

En el lado de alta tensión, la protección de sobrecorrientes con un interruptor de tensión es la más apropiada para tener selectividad temporal con líneas de salida y protección de sobrecorriente direccional.

Se deberá tener en cuenta la activación de estas protecciones causada por sobrecorrientes para saber cuándo es necesario conectar otro transformador en paralelo. Para hacer esto, cuando se produce una sobrecorriente en el transformador, se emite una señal acústica, para permitir al operario conectar el transformador en paralelo si fuera necesario.

Para la alimentación de las barras conductoras de baja tensión, se ha seleccionado una protección de sobrecorriente direccional. Debido a la escasa longitud de esta sección, tanto para intemperie como para interior, no es muy probable que se produzca un cortocircuito. De todos modos, un cortocircuito en esta sección afectaría a la totalidad de la subestación dejándola fuera de servicio. Con esta protección sólo el transformador afectado sería desconectado, continuando el resto de la instalación con su servicio habitual.

El relé debe ser direccional con la finalidad de desconectar únicamente la sección afectada y para que en el caso de que se conectara un transformador en paralelo no permita la desconexión de este transformador debido a las corrientes de retorno. Con este relé se permite una buena selectividad para la sección eléctrica, aislando la sección afectada.

El dispositivo direccional será eléctricamente posicionado hacia el transformador, de manera que no trabaje por sobrecorrientes sino únicamente por cortocircuitos en la sección afectada como consecuencia de las corrientes de retorno. Si sólo se conecta un transformador, esta protección no actuará. En este caso el transformador estará protegido por el relé primario del transformador.

### 4.2.2. PROTECCIÓN DEL RECINTO DEL TRANSFORMADOR

La protección del recinto del transformador comprueba los contactos indirectos con el recinto. El recinto del transformador está conectado a tierra a través de un transformador de instrumento de corriente.

Para aplicar este tipo de protección, es necesario que las ruedas del transformador estén aisladas de tierra. Para considerar las ruedas aisladas, el nivel de aislamiento deberá ser superior a 25 ohmios.

Este tipo de relé puede enviar la señal de disparo, incluso si no se hubiera producido ningún fallo, debido al hecho de que cualquier contacto entre el recinto del transformador y cualquier dispositivo con tensión dispararía el relé, tales como fallos causados por animales.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Mediante un ajuste adecuado, este relé puede detectar fallos en las proximidades de los debandos, así como en fallos cerca del conductor neutro en el caso de conexión en estrella.

Se colocará un dispositivo de señalización para indicar la circulación de corriente en el transformador. De este modo un fallo en la conexión a tierra sería detectado.

Esta protección no enviará un disparo, y únicamente señalará el contacto a tierra. La señal de disparo será enviada por la protección diferencial o la protección homopolar. Por lo tanto, se conectará un transformador de corriente a la puesta a tierra del transformador.

El relé que señalará el fallo será un relé electrónico de sobrecorriente monofásico con temporización independiente ( $t < 30$  ms).

El tiempo de operación no es importante ya que el relé únicamente indica el fallo en la toma a tierra (señal óptica y acústica) pero no interrumpe el suministro.

Para alcanzar una protección eficaz, debajo de las ruedas de los transformadores se instalarán zapatas de aislamiento.

### **4.3. EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN**

#### **4.3.1. APARAMENTA DE 25 KV**

En este apartado se describirá y se analizará la aparamenta de 25 kV para cada tipo de protección para obtener una solución adecuada.

Debido a su alta modularidad y su fácil extensión, se instalarán celdas modulares. Estas celdas de 25 kV serán de chapa metálicas, aisladas al vacío y con una vida de diseño de 30 años.

Las celdas de entrada tendrán unas válvulas de protección automática de 30 kV, como se adjunta en uno de los diagramas unifilares de este proyecto.

Los interruptores de circuito de 25kV se podrán quitar, y aquellos con la misma tensión nominal serán intercambiables y estarán equipados con aisladores de tierra y un contador de operaciones. Cada interruptor de circuito podrá ser aislado de todas las fuentes de potencia y deberá ser bloqueado por el respectivo aislador. No deberá ser posible abrir un interruptor de aislamiento sin carga mientras los interruptores de circuito estén en la posición cerrada. Los interruptores de circuito monofásico de sección de bus deberán ser capaces de soportar condiciones de fallo en la fase de acuerdo con IEC 62271-100 o equivalente.



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Las celdas de la apartamentada de media tensión deberán ser construidas posicionando lado con lado cubículos monofásicos con aislamiento de vacío. Las celdas deberán tener un panel de interruptores magnetotérmicos (interruptores de circuito) con magnetotérmicos monofásicos de vacío extraíbles para el suministro de potencia a la línea ferroviaria.

Cada cubículo deberá ser dividido en varios compartimentos, tanto para equipos de potencia (barras conductoras, interruptores de circuito, compartimento de cables) como para equipos auxiliares (compartimento de baja tensión, conductos de cableo para interconexiones), que están separados por particiones metálicas. Este diseño protege al personal y al equipo en caso de que se produzca una fuga interna.

La apartamentada deberá respetar su entorno, estando fabricada con materiales reciclables y no contaminantes.

Toda la apartamentada deberá ser diseñada y pasar los tests requeridos por la norma aplicable para apartamentada de chapa metálica, CEI 60.298.

La estructura de las celdas deberá ser tal que no necesiten soporte adicional, hecha de acero laminado con diferentes grosores dependiendo de la función de cada parte de la celda, y deberán incorporar protección anticorrosión.

El objetivo de esta estructura, además de soportar el equipo y otros elementos de la apartamentada, es resistir los esfuerzos mecánicos producidos durante la operación normal y anormal, tales como corrientes de cortocircuito. La cubierta también tiene el objetivo de denegar el acceso a áreas que impliquen riesgo de electrocución o que se encuentren en movimiento, teniendo un grado de protección de IP 3X no únicamente con el cajón y la puerta cerrados, sino también sin el cajón y con la puerta abierta.

La apartamentada deberá tener un sistema de toma de tierra para la protección contra contactos indirectos.

El sistema deberá tener una barra de toma de tierra general, que cubrirá la longitud completa de la apartamentada. Todos los elementos de cubrimiento, incluyendo las puertas junto con el cajón extraíble y los transformadores, deberán estar conectadas a esta barra, bien mecánicamente o por conexiones de cobre o por contactos deslizantes. Al final de la barra de tierra, habrá una conexión al sistema general de conexión a tierra de la instalación.

La apartamentada de media tensión deberá estar compartimentalizada. Los diferentes compartimentos deberán estar separados por paredes metálicas, de manera que un efecto en uno de ellos no pueda afectar al resto, incluso proporcionando un servicio más seguro que en el caso de apartamentada no compartimentalizada.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Esta compartimentalización proporciona, además de la resistencia indicada, una protección adicional contra contactos indirectos.

El acceso a todos los compartimentos deberá ser posible desde la sección frontal, para permitir que las celdas sean colocadas contra las paredes.

Cada compartimento deberá tener una escotilla en el muro superior, para dejar escapar la sobrepresión hacia la parte superior y posterior de la celda con el fin de evitar dañar al personal y al resto de la instalación.

Los compartimentos en los que se divide cada celda son los siguientes:

### Compartimento de interruptor de circuito

Este compartimento debe contener el relé automático, que deberá estar montado en un cajón extraíble.

En relación a las posiciones del cajón y del relé, existen tres diferentes situaciones operacionales:

En servicio: En esta posición, tanto el circuito principal como el circuito de control se encuentran conectados.

- Aislamiento o pruebas: En esta posición, el circuito principal se encuentra aislado, mientras que el circuito de control está conectado.
- Retirado: Ambos circuitos se encuentran aislados (en esta posición las puertas pueden estar tanto abiertas como cerradas).

### Compartimento de barras

Deberá albergar las principales barras de la apartamentación, incluyendo conexiones y soportes. Estos elementos deberán estar diseñados para soportar térmica y mecánicamente las corrientes tanto de diseño como de cortocircuito.

### Compartimento de cables

Este compartimento deberá contener la conexión de cables de media tensión, junto con el aislador de tierra y los transformadores de tensión y de corriente, incluso los más grandes. El número máximo de cables por fase en las conexiones deberá ser de 4.

### Compartimento de control

Deberá ser un compartimento grande para albergar los elementos de control, medida, protección y circuitos auxiliares necesarios para el funcionamiento de la instalación. Cuando fuera necesario, el controlador programable de celdas o apartamentación (Programmable Switchgear Controller) también se encontrará aquí.



#### 4.3.2. INTERRUPTORES (SWITCHGEARS) DE SECCIONAMIENTO A CATENARIA

Serán de tipo interior y de vacío.

#### 4.3.3. PARARRAYOS DE 25 KV.

En el lado de media tensión se necesita protección contra sobretensiones de origen tanto atmosférico como de operación. Para ello se instalarán descargadores de sobretensiones de 25 kV.

En cada línea de entrada de 25 kV se instalará un descargador. La tensión nominal del descargador de sobretensiones deberá ser de 30 kV.

En cada línea eléctrica de salida se deberá instalar un pararrayos.

#### 4.3.4. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA (PF)

Como se especifica en el pliego de condiciones del contratante, el sistema de potencia de tracción deberá proporcionar potencia desde la red trifásica de alta tensión de TEIAS de 154 kV con un factor de potencia entre  $0.97 \leq \cos \Phi < 1.0$  en todos los puntos de suministro. Es necesaria la instalación de bancos capacitivos en cada subestación para mantener este rango bajo cualquier situación de carga.

La aparamenta para el banco capacitivo tendrá cobertura metálica, será prefabricado para instalaciones interiores y deberá cumplir con los estándares CEI – 298 aplicables. Se proporcionarán celdas independientes para ensamblaje autoportante y se deberán instalar juntas mediante una única barra-bus, permitiendo gracias a su diseño modular una ampliación en el futuro.

#### **Justificación para su instalación**

La inmensa mayoría del equipo conectado a la red tiene consumo tanto activo como reactivo. Todos los circuitos inductivos necesitan una potencia reactiva para funcionar correctamente. Por ejemplo, el campo magnético en los transformadores necesita potencia reactiva.

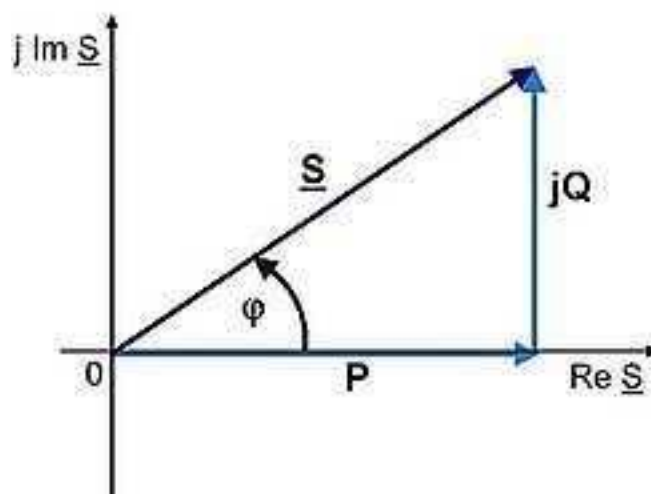
Una manera de producir energía reactiva es un banco capacitivo, formado por baterías en paralelo. Estos bancos capacitivos están compuestos por unidades monofásicas con conexiones en serie y en paralelo para obtener la potencia necesaria. Los condensadores son la manera más simple de reducir la carga de los transformadores de forma económica.

En operación normal, un condensador es un generador de potencia reactiva. Cuando este es instalado junto con equipos que consumen potencia reactiva, la carga de los generadores, líneas eléctricas y transformadores se reduce, y la capacidad de transmitir potencia activa se ve incrementada.

Para estudiar la respuesta del sistema en relación al banco capacitivo, se hará la siguiente comparación:

### **Carga no compensada**

El gráfico muestra la relación entre la potencia aparente ( $S$ ), la potencia activa ( $P$ ) y la potencia reactiva ( $Q$ ) para un factor de potencia determinado ( $\cos \varphi$ ). La carga no está compensada y si se supone que la línea eléctrica de entrada o el transformador están trabajando a plena carga, el arco de círculo que tiene por centro el "0" y radio " $|S|$ " representa la máxima potencia aparente útil.



### **Carga compensada**

La potencia reactiva ( $Q$ ) que se toma de la red disminuye en la medida en que la potencia del banco capacitivo aumenta de ( $Q_c$ ) a ( $Q_1$ ). La carga total de la red también disminuye a la vez de ( $S$ ) a ( $S_1$ ) con la misma demanda de potencia activa. La potencia capacitiva necesaria ( $Q_c$ ) para incrementar el factor de potencia hasta el valor deseado ( $\cos \varphi_2$ ) deberá ser la necesaria para el adecuado funcionamiento. Con el capacitor conectado, se puede conectar más carga activa a la vez.

### **Carga compensada cuando aumenta la potencia activa**

La potencia activa aumenta de ( $P$ ) a ( $P'$ ) de manera que la línea eléctrica y el transformador estarán trabajando a plena carga cuando ( $S_2$ ) sea igual a ( $S$ ). Esto quiere decir que el sistema trabaja con la misma potencia aparente, pero un margen mayor de potencia activa que cuando la carga no está compensada.

Los costes de inversión de los condensadores dependen del valor del factor de potencia. Si el PF es bajo, una batería de condensadores ofrece la posibilidad de un incremento de la carga activa, y permite que se puedan conectar más cargas a la subestación. Si el PF ya es alto, sólo se permitirá un pequeño incremento en la carga.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Debido a la falta de datos que tengan que ver con el equipo de corriente, se ha asumido un factor de potencia de 0.8. Con este valor resulta una potencia total a instalar de 5 Mvar para reducir el factor de potencia al valor requerido de 0.97.

### 4.3.5. FILTRO ARMÓNICO

Con el objetivo de cumplir con los estándares de TEIAS en lo que se refiere a los niveles de distorsión armónica, se instalarán filtros armónicos en cada subestación de tracción.

### 4.3.6. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Se instalarán dos transformadores para servicios auxiliares (25/0.23kV) para proporcionar la potencia requerida para la calefacción, la iluminación y carga de las baterías de las subestaciones. Se ha considerado una potencia total de 100 kVA para cada subestación.

Cada transformador auxiliar estará protegido por un interruptor fusible de 6A. El transformador es de tipo seco, instalado y encapsulado en epoxy con una vida de diseño de 40 años.

Tendrán que cumplir con las siguientes normas internacionales:

- IEC 60076-11
- IEC 60076-1 a 60076-5.
- IEC 21538-1
- IEC 60905
- Documentos europeos de la CENELEC HD 538-1 S1 y HD 464 S1 referentes a transformadores de distribución de tipo seco.

El transformador deberá tener las siguientes características y elementos como mínimo:

- 4 ruedas planas ajustables.
- 4 armellas para elevarlo.
- Huecos en la cobertura para empujar el transformador.
- 2 vástagos de conexión a tierra.
- 2 símbolos de aviso de “peligro eléctrico”.
- 1 placa de características (en el lado de media tensión).
- Cambiadores de llaves para las llaves de regulación, que se puedan manipular cuando el transformador no tenga tensión. Las llaves actúan en la tensión más alta para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación.
- Barras de conexión de media tensión con puntos de conexión en las partes superiores.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- Grupo de barras de conexión de baja tensión en la parte superior del transformador.
- Protocolo para la realización de pruebas y manual de instrucciones para la instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

### 4.4. BAJA TENSIÓN Y SERVICIOS DEL EDIFICIO

#### 4.4.1. EQUIPOS DE CORRIENTE CONTINUA

Estará integrado por el conjunto de rectificadores y cargadores de la batería de níquel – cadmio con salidas de tensión nominal de 110 Vcc y 48 Vcc.

Dos sets de batería – cargador se instalarán en el edificio de control con una capacidad mínima para que cada set tenga una autonomía de 5 horas para proporcionar potencia a todos los sistemas de protección y control así como el sistema de potencia (suministro de potencia para interruptores y aisladores).

Los servicios auxiliares de 110 Vcc de la subestación serán por lo menos los siguientes:

- Circuitos de cierre de interruptores
- Circuitos “trigger” de protección
- Circuitos de protección
- Circuitos de suministro de potencia al motor, interruptor y aislador
- Circuitos de señalización en panel de control convencional
- Circuitos de alarma en panel de control convencional
- Circuitos de control en paneles de servicios auxiliares
- Circuitos de control en el panel de distribución de 220Vac

Además se instalarán dos sets batería – cargador para 48 V con suficiente capacidad para proporcionar 5 horas de autonomía. Todos los suministros de potencia para los equipos de comunicación provendrán de este panel.

#### 4.4.2. VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Aunque los edificios previstos para las subestaciones tendrán ventilación natural, es necesaria la instalación de la ventilación correspondiente y de aire acondicionado con el fin de que el edificio tenga las condiciones ambientales apropiadas y cumpla con los estándares en vigor establecidos.

Las condiciones ambientales de diseño definidas para el interior del edificio deberán tener en cuenta un nivel suficiente para proporcionar un ambiente adecuado según los equipos que se encuentren dentro del edificio de la subestación. El parámetro más sensible para los equipos es la temperatura, que también es el parámetro que más influye en el diseño del sistema de ventilación de sistemas electromecánicos. La temperatura no deberá superar los 25 °C en verano.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

El sistema de ventilación tendrá los siguientes componentes:

- a) Ventiladores axiales de 400 V trifásicos de, como mínimo, un flujo de aire de 3000 m<sup>3</sup>/h. El número previsto de ventiladores se instalará para poder ventilar tanto la habitación de alta tensión como la de media tensión.
- b) Rejillas para el flujo de aire.

Para el sistema de aire acondicionado, se instalarán los siguientes elementos:

- c) Un "Split Cassette Inverter", con unidades internas y externas de 8,5 kW de potencia para la habitación de control local.
- d) Un "Split Cassette Inverter", con unidades internas y externas. Como mínimo 13,3 kW de potencia para enfriar cada una de las habitaciones de alta y media tensión.

### 4.4.3. SISTEMA DE SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO

Comprenderá la instalación de un sistema interactivo de detección de fuegos para cada subestación y para el edificio del conjunto diésel en Kadikoy, incluyendo la conexión y la instalación eléctrica de todos los componentes teniendo en cuenta el material auxiliar requerido y sus accesorios.

El sistema de protección de fuegos proyectado se fundamentará principalmente en detección automática distribuida. La unidad de control del sistema de detección de fuegos será modular, controlado por un microprocesador, y procesará las señales de los detectores de fuego. El equipo que habrá en cada subestación constará de lo siguiente:

- Unidad de control y señalización con terminal de control y sistema de potencia de emergencia.
- Una unidad que puede ser añadida a la unidad de control para la evaluación de las líneas colectivas de detección de fuegos.
- 4 bucles, con una capacidad de 198 puntos por bucle.
- Detector de humos de alto rendimiento asociado con reacción uniforme ante diferentes tipos de fuego, con una base adaptada para una entrada tubular. Alto grado de estabilidad y resistencia ante: malos olores, oscilaciones térmicas, humedad, corrosión, y especialmente interferencias electromagnéticas.
- Un detector térmico. Temperatura de alarma 88°C.
- Botón de alarma, con protección contra interferencias electromagnéticas.
- Un kit de extinción de CO<sub>2</sub> con carta de extinción, caja de conexión de 20 terminales, un botón de disparo con una placa roja, sirena de prealarma y señal provocada de extinción.
- Sirena exterior con alarma óptica y acústica.

#### 4.4.4. SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INTRUSIONES

Consistirá en el conjunto de un sistema de seguridad contra intrusiones incluyendo todo el material necesario para su instalación y su funcionamiento adecuado.

Como referencia, fundamentalmente se compondrá de los siguientes materiales:

- Unidad de control de intrusión con una capacidad de 25 elementos dirigibles, incluyendo el suministro de potencia para los detectores y las baterías con control de al menos 4 puertas.
- Un elemento multidirigible con capacidad de 4 bucles de alarma y 3 detectores por bucle, con supervisión total.
- Un detector pasivo infrarrojo con microprocesador con un área de cobertura de 15x15, máxima inmunidad frente a falsas alarmas, escudo electromagnético y protección contra picos y sobretensiones.
- Elemento de dirección con capacidad de conexión para 4 contactos de salida programables.
- Disparo de salida con habilitación manual.

El sistema de seguridad consistirá en detectores magnéticos de apertura de puertas y detectores volumétricos infrarrojos, situados en áreas y pasillos importantes.

La unidad de control del sistema de protección y seguridad recibirá la alarma y los mensajes de intrusión de los detectores a través del bus de detección de acuerdo a los controles programados y los dispositivos de alarma locales y remotos.

#### 4.5. SISTEMA DE CONEXIÓN A TIERRA

La instalación deberá tener una toma de conexión a tierra enterrada 0.6 m bajo tierra con baja resistencia (menos de  $0.5 \Omega$ ), para permitir que las tensiones de contacto disminuyan hasta niveles aceptables, eliminando cualquier riesgo de electrocución del personal que se encuentre tanto dentro como fuera de la instalación. El sistema de conexión a tierra tendrá una vida de diseño de 50 años.

La integración del sistema de conexión a tierra y la conexión para T1, T2 y T3 cumplirá con EN 50122-1 y proporcionará una capacidad de cortocircuito máxima tanto para los circuitos de 154 kV como de 25 kV sin ocasionar desperfectos al sistema de retorno de corriente y asegurará un camino de retorno para las corrientes de fallo.

Todos los elementos metálicos de la instalación deberán estar unidos a la malla de conexión a tierra, además cumpliendo con regulaciones internacionales.



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

La protección de conexión a tierra deberá estar conectada a todas las piezas metálicas que normalmente no tengan tensión sino que la puedan tener como consecuencia de fallos, accidentes o fugas. Por esta razón los siguientes elementos deberán estar conectado al sistema de conexión a tierra:

- Vallas metálicas, incluyendo columnas, puertas ,soportes, etc.
- Cubierta de los armarios metálicos
- Puertas metálicas de la instalación
- Cuerpo y marco de los equipos de manipulación
- Cubierta de los transformadores, motores y otras máquinas
- Tuberías metálicas y conductos
- Cubierta metálica para los cables

Los siguientes elementos deberán ser conectados a tierra directamente, sin juntas desmontables:

- Los neutros de potencia e instrumentación de los transformadores de intensidad
- Los elementos divertores de tierra de los seccionadores de conexión a tierra
- Los cables de tierra de las líneas aéreas
- Electrodo de conexión a tierra para las válvulas automáticas para la eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas

Las conexiones planificadas deberán ser fijadas a la estructura y cubierta de los equipos mediante tornillos y clips especiales de aleaciones de cobre, que previenen las uniones de temperaturas de más de 200 °C y que aseguran la permanencia de dichas uniones. The planned connections shall be fixed to the structure and casing of the equipment by way of screws and special copper-alloy clips, which prevent temperatures from reaching more than 200°C in the joints and which ensure the permanence of the joints. Para las uniones bajo tierra se utilizará soldadura aluminotérmica con alta potencia de fusión debido a su gran resistencia a la corrosión galvánica.

Debido a la falta de otros datos durante la elaboración de este proyecto, se ha tomado una toma a tierra con una malla máxima de 4m x 4m, hecha con un conductor de cobre desnudo de al menos 95 mm<sup>2</sup>.

Cada descargador de tensiones de 154 kV deberá estar conectado directamente a tierra mediante un vástago de conexión a tierra. De la misma manera se conectarán a tierra los descargadores de tensión de 25 kV.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Además, los vástagos de conexión a tierra también deberán ser instalados y conectados a la malla de conexión a tierra en todos aquellos puntos en los que se considere que la efectividad de la conexión a tierra debe ser mejorada, como por ejemplo en los ejes y en las esquinas de la malla. Los vástagos deberán ser metálicos de 2m de longitud como mínimo y deberán ser colocados verticalmente dentro del suelo.

### Circuito de retorno

Incluye una barra colectora negativa para conducir toda la corriente de retorno tanto en condiciones de funcionamiento normal como en caso de fallo, sin sobrepasar en ningún caso los niveles de tensión de seguridad. Se proporcionará un cable de Cu 240 mm<sup>2</sup> para conectar los raíles de la vía del tren con la barra colectora de la subestación.

El armario con los transformadores de intensidad en el circuito de retorno está previsto para la medición de corriente a través de la instalación de conexión a tierra y a través del circuito de retorno durante las pruebas. De este modo se puede evaluar el estado del circuito de retorno. Los instrumentos de indicación de corriente y tensión no están previstos en este armario.

## **4.6. COMUNICACIÓN Y CONTROL**

El control funcional de la aparamenta y todos los equipos del suministro de potencia de tracción se proporcionará utilizando RTU a través del sistema SCADA.

Todo el control de la subestación estará completamente automatizado mediante un sistema de control distribuido a través de autómatas programables con suficiente capacidad y velocidad. Este sistema estará compuesto por las siguientes unidades:

- Habitación de control local, basada en PC con una interfaz que utiliza SCADA para interactuar con la habitación de control central (Haydarpaşa en el lado asiático y Halkali en el lado europeo)
- Set de autómatas programables, conectados mediante un bus de comunicación.

Habrá una capacidad de ahorro de 30 % para el procesador RTU y para los puertos de interfaz de entrada/salida. La vida de diseño del RTU será de 10 años.

Aunque todos los aparatos con potencia de corte pueden ser manipulados desde su propio panel, la subestación estará equipada con hardware y software conectados al autómata para gobernar la subestación de control local.

El software permitirá la vista total y parcial de la instalación en la situación real de los aparatos y con variación de color según si hay tensión sobre ellos o no. Se podrán consultar los valores de tensión y corriente instantáneamente.



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

El sistema tendrá suficiente memoria para almacenar todos los eventos que tengan lugar en la instalación, de manera que puedan ser obtenidos voluntariamente por el personal de mantenimiento a través de impresoras.

Finalmente, los PLC's serán instalados en las entradas y en las celdas de medición y de seccionamiento de alta tensión, permitiendo a TEIAS controlar la red eléctrica aguas arriba y llevar a cabo la conexión básica, desconexión y operaciones de medición. El diseño referente a las alarmas y a los requisitos de indicación para 154 kV se hará en coordinación con TEIAS.

### 5. ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

En el proyecto Marmaray se construirán dos nuevas subestaciones de tracción y se remodelarán las 4 existentes. Cada ubicación de las subestaciones ha sido evaluada en relación a la adecuación del terreno a la construcción, teniendo en cuenta las circulaciones de trenes presentes y futuras.

Teniendo en cuenta el nivel de actualización que requieren las subestaciones ya existentes, es necesario construir nuevos edificios para colocar la nueva armadura y los nuevos equipos y adaptar todo el equipo complementario a la nueva configuración.

Las subestaciones nuevas consistirán en lo siguiente, tal y como se puede observar en los planos correspondientes:

- a) Un edificio de una planta de unos 260 m<sup>2</sup>, con un pasadizo subterráneo para el paso de cables de aproximadamente 1.5 m de altura.
- b) El edificio de la subestación está diferenciado en dos habitaciones completamente diferenciadas con entradas independientes. Una para el equipo de alta tensión y la otra para el equipo de media y baja tensión.
- c) Cada edificio también incluirá una habitación de control y las necesarias instalaciones sanitarias.
- d) En cada puerta de cada subestación se proporcionarán elementos de cierre y llaves duplicadas. El estado de cierre de seguridad será controlado por el sistema SCADA.
- e) Además, habrá una habitación independiente donde serán instalados los aparatos de medición de energía consumida de 154 kV, con una entrada independiente para el personal de TEIAS.
- f) En la subestación de İbrahimağa (Kadikoy) se construirá otro edificio para albergar los dos generadores diésel de repuesto. Los dos depósitos de diésel se instalarán a la intemperie, cerca de este edificio.

Referente a la ingeniería civil exterior, esencialmente consistirá en lo siguiente:

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- a) Construcción de las rutas de acceso rodeando el edificio de la subestación, instalando barreras para evitar accidentes de choque de vehículos con equipamientos, farolas o estructuras.
- b) Proporcionar acceso de peatones y de vehículos de 3 m de ancho como mínimo y con áreas destinadas a maniobrar y aparcar.
- c) Construcción de vallas. El recinto completo deberá estar protegido por una valla metálica (con alambrada) para prevenir intrusiones. La altura mínima de la valla será de 3 metros. El vallado estará equipado con los avisos de seguridad necesarios. Las cerraduras, tornillos, visagras y avisos de seguridad no deberán tener puntos de apoyo en el suelo.
- d) Drenaje de agua de lluvia, que canaliza el agua a través de tuberías y canales al canal mayor más cercano.
- e) Instalación de un lecho para los transformadores de potencia.
- f) Construcción del separador de aceite y del tanque séptico.
- g) Conductos para la potencia y los cables de control. Las zanjas deberán ser construidas con bloques de hormigón homogéneos prefabricados, situados sobre un relleno de filtrado que contiene un conjunto de tuberías porosas, constituyendo un drenaje que elimina las acumulaciones de agua y mantiene las zanjas libres de agua.
- h) Instalación de iluminación exterior, con aproximadamente 6 farolas, de 4 m de altura cada una.

## 6. CONEXIÓN CON TEIAS

Las subestaciones de potencia de tracción del proyecto Marmaray son alimentadas por la red de alta tensión de TEIAS. Dentro de las responsabilidades del contratista se encuentra la de obtener de ellos el suministro, cumpliendo las últimas regulaciones de TEIAS, además de aquellas incluidas en el Official Gazette 25001 de 22.01.2003 y 25639 de 10.11.2004.

Aparte de proporcionar líneas de alimentación entre las subestaciones de TEIAS y las subestaciones de potencia de tracción, tendrá que haber trabajos coordinados con TEIAS con el fin de incorporar medidas de protección de acuerdo con sus requisitos y estándares. Además, cuando se desarrolle y se ejecute la simulación de potencia de tracción de los trenes CR e IC, se llevará a cabo un análisis para confirmar la compatibilidad de los suministros de potencia recibidos de TEIAS en el punto de conexión y se trabajará con ellos para definir e implementar medidas que minimicen el desequilibrio en la tensión de la red.

Los requisitos de la conexión de alta tensión con TEIAS son en principio los siguientes:

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Subestación	Tipo de conexión existente	Punto de suministro de potencia de TEIAS	Requisitos de diseño y obras de actualización / remodelación
Halkali	Línea aérea de dos fases de 154 kV + aproximadamente 1300 m de cable subterráneo	T-branch	Aproximadamente 700 m de la línea existente de alimentación de Halkali se debe reemplazar con postes de OHL. Se deben proporcionar e instalar un feeder de alimentación de un circuito trifásico y una barra colectora trifásica.
Veliefendi	Cable trifásico subterráneo de 34.5 kV	Patio de distribución de Veliefendi	Se deben proporcionar e instalar un feeder de alimentación de un circuito trifásico y un sistema de barra colectora trifásica.
Kadiköy (İbrahimağa)	nueva	Patio de distribución de Kadiköy (İbrahimağa)	Se deben instalar los cables de dos circuitos subterráneos bifásicos.
İdealtepe	Aproximadamente 8 km de línea aérea de dos circuitos bifásicos de 154 kV	T-branch	Reubicación del punto de conexión de rama de la línea de transmisión de Tepeören-Dudullu a la de Kartal-Ümraniye, situada en Ferhatpasa Mah. Samandira.
Pendik	nueva	Patio de distribución de Kartal	Trifásico, se deberá proporcionar e instalar el cable de un circuito de 154 kV y un sistema de barra colectora trifásica.
Osmangazi	Línea aérea de dos fases de 154 kV	T-branch	Se deberán añadir los conductores de un circuito de 2 fases al circuito existente de la línea de potencia.

**Tabla 2.** Conexión de las subestaciones a la red de 154 kV

Como se desconoce la distancia exacta entre algunas subestaciones y los puntos de conexión de TEIAS, se han hecho las siguientes suposiciones:

- a) 2 km de distancia entre Idealtepe y T-branch de TEIAS
- b) 8 km de distancia entre Pendik y el patio de distribución de Kartak
- c) 8 km de distancia entre Osmangazi y T-brach de TEIAS

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

La conexión se hará de forma aérea o enterrada, siguiendo los requisitos de la tabla superior. La conducción subterránea se hará mediante tubos bicapa de PE (200 mm y 110 mm de diámetro), señalizados a través de cinta, con pozos de registro cada 30 m. La conexión aérea se hará con postes de OHL cada 250 m.

### 7. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA AUXILIAR

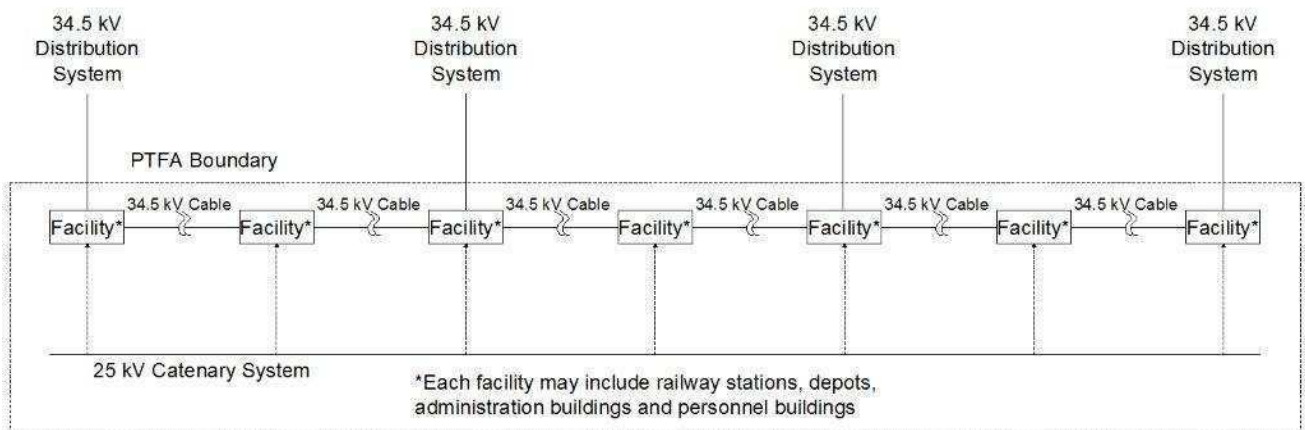
Con el fin de proporcionar la potencia eléctrica necesaria a todos los edificios en la red, es necesario prever un sistema de distribución del suministro de potencia auxiliar.

Los edificios que hace falta alimentar son: Estaciones CR e IC, patios, talleres, almacenes, alumbrado, subestaciones, el centro de administración y operaciones de control (OC&AC) y todos los edificios de operaciones, mantenimiento y administración.

Las obras incluidas bajo este título incluyen únicamente lo siguiente:

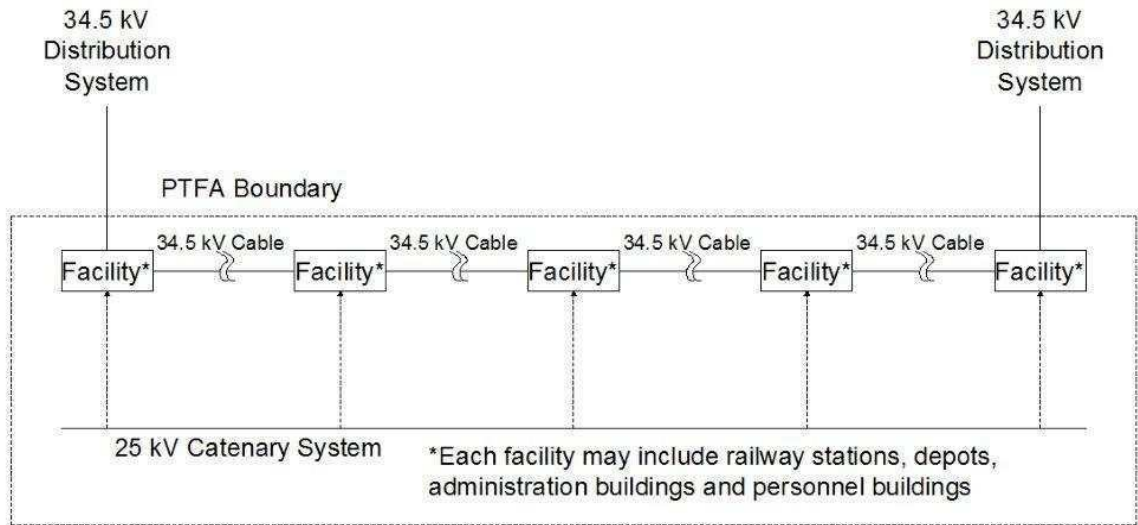
- El suministro primario de 34.5 kV
- La potencia de catenaria (25 kV) para cargas críticas de 230V

El concepto de distribución de potencia auxiliar se puede resumir en las siguientes figuras:



**Figura 5.** Concepto de distribución de potencia en el lado asiático

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze



**Figura 6.** Concepto de distribución de potencia en el lado europeo

a) **El suministro primario de 34.5 kV** será proporcionado por el sistema de distribución de 34.5 kV de la autoridad de la electricidad: 4 puntos de entrada en el lado asiático y 2 puntos de entrada en el lado europeo. Cada entrada tiene la suficiente capacidad para soportar el 100 % de la demanda del sistema. El cable de 34.5kV tendrá una sección de 500mm<sup>2</sup> de aluminio como mínimo. Este circuito estará conducido dentro de la línea general de conducción. Estará enterrado desde el punto de conexión de TEIAS al punto de entrada de cable de la estación en los tubos bicapa de PE, con pozos de registro distribuidos.

Se han considerado las siguientes estaciones como puntos de conexión:

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkalı - Gebze

Estación	Pk	Distancia a la conexión de TEIAS (m)
<b>LADO ASIÁTICO</b>		
Söğütlüçeşme	1+706.13	800
Süreyya Plaji	13+217.93	3,000
Pendik	24.437.14	8,000
Fatih	38+930.45	8,000
<b>LADO EUROPEO</b>		
Halkalı	27+558.10	3,000
Yenimahalle	11+843.63	300

**Tabla 3.** Puntos de conexión a la red de 34.5 kV

b) La conexión **desde la catenaria** para alimentar cargas críticas se llevará a cabo en cada estación y edificio utilizando cable de cobre de 225 mm<sup>2</sup> de sección, con su correspondiente seccionamiento, aislamiento y elementos de conexión y estará enterrado en tubos bicapa de PE de 100 mm de diámetro. Esta potencia de catenaria está prevista para cargas críticas tales como señalización, telecomunicaciones, SCADA, AFC, alumbrado de emergencia, detección de fuegos y sistemas de alarma.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1.</b>	<b>OBTEJO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA RAILPOWER...2</b>	
2.1.1.	PARÁMETROS DE RUTA .....	3
2.1.2.	MATERIAL RODANTE.....	3
2.1.3.	PARÁMETROS DE ELECTRIFICACIÓN .....	4
2.1.4.	PARÁMETROS OPERACIONALES.....	4
<b>3.</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA LÍNEA GEBZE - HALKALI.....7</b>	
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS.....</b>	<b>10</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>A.</b>	<b>DATOS DE ENTRADA PARA EL ESTUDIO .....</b>	<b>19</b>
<b>A.1.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.....</b>	<b>19</b>
<b>A.2.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL RODANTE .....</b>	<b>25</b>
<b>A.3.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRIFICACIÓN .....</b>	<b>29</b>
<b>A.4.</b>	<b>MALLAS DE CIRCULACIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>B.</b>	<b>RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>B.1.</b>	<b>SIMULACIÓN DE MARCHAS.....</b>	<b>33</b>
<b>B.2.</b>	<b>RESULTADOS DE LAS SUBESTACIONES DE POTENCIA DE TRACCIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>B.3.</b>	<b>RESULTADOS DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS PANTÓGRAFOS DE LOS TRENES .....</b>	<b>55</b>

## LIST OF TABLES

Tabla 1. Subestaciones de potencia de tracción.....	4
Tabla 2. Operaciones en hora punta en el 2025 .....	7
Tabla 3 Tiempo de parada para trenes IC en el lado asiático.....	8
Tabla 4. Simulación de un único tren CR.....	10
Tabla 5 Simulación de un único tren IC en el lado europeo.....	11
Tabla 6. Simulación de un único tren IC en el lado asiático.....	11
Table 7. Energy Consumption in the Line .....	11
Tabla 8. Potencia demandada de las subestaciones de tracción.....	12
Tabla 9. Potencia demandada de las subestaciones de tracción, fallo de un transformador.....	13
Tabla 10. Potencia demandada de las subestaciones, fallo de subestación adyacente .....	14
Tabla 11. Tamaño de las subestaciones de tracción .....	14
Tabla 12. Tensión en los pantógrafos .....	15
Tabla 13. Dimensión de las subestaciones de tracción .....	16



## 1. OBTEJO DEL ESTUDIO

Este informe presenta una evaluación de la potencia demandada para la actualización de la línea ferroviaria Gebze – Halkali llevada a cabo mediante simulaciones basadas en el software **RailPower**. Esta herramienta informática ha sido desarrollada por Ardanuy Ingeniería S.A. como parte de su programa en I+D.

Los principales resultados obtenidos en el presente estudio serán:

- Potencia demandada, velocidad y aceleración de la circulación de los trenes.
- Potencia demandada de las subestaciones de tracción.
- Caídas de tensión en los pantógrafos de los trenes.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA RAILPOWER

Ardanuy Ingeniería S.A. ha desarrollado – como parte de su programa de inversión en I+D – una herramienta informática completa, **RailPower**, que permite realizar estudios de dimensionamiento y de consumo eléctrico en líneas ferroviarias alimentadas mediante corriente alterna y se basa en la simulación de condiciones reales de operación.

Los resultados obtenidos facilitan la toma de decisiones en términos de la correcta electrificación de la línea: localización y potencia de las subestaciones, características de la línea aérea de contacto, máxima capacidad de la línea, etc., todo lo cual contribuye a la optimización de costes y a la determinación de los límites de las condiciones de operación, haciendo posible encontrarse un paso por delante en la prevención de la situación crítica.

**RailPower** ha sido desarrollado para un entorno Windows, facilitando así su uso y la gestión de los resultados. Este hecho, junto con su composición modular, hace posible que el programa esté disponible para estudios o para necesidades específicas para cualquier operación dada.

Después de la ejecución del programa, los principales resultados retornados que son relevantes para el estudio son:

- Simulación de la circulación de los trenes (tiempo de recorrido, velocidad media, potencia media, energía consumida, y en cada punto en el tiempo: posición, velocidad, aceleración, fuerza de tracción, potencia, corriente, y tensión en el pantógrafo de cada tren).
- Demanda media de potencia de las subestaciones de tracción para la línea y potencia y corriente demandada en cada momento.
- Caídas de tensión a lo largo de la ruta para cada tren simulado en el estudio.

### 2.1. DATOS DE ENTRADA DEL PROGRAMA

**RailPower** lleva a cabo simulaciones detalladas de condiciones de operación reales, teniendo en cuenta los factores principales que afectan el consumo de los trenes: Localización de las subestaciones, tipo de catenaria, características de la ruta y material rodante, mallas de circulación previstas, parámetros operacionales y otros factores. Estos datos de entrada que emplea el programa pueden ser separados en las siguientes categorías:

- Parámetros de ruta
- Parámetros del material rodante
- Parámetros de electrificación
- Parámetros operacionales

### 2.1.1. PARÁMETROS DE RUTA

Las características de la ruta se introducen dividiendo la misma en tramos homogéneos, con los mismos valores para todos los parámetros tenidos en cuenta.

Cada tramo homogéneo puede medir decenas de metros o bastantes kilómetros. Para cada tramo, el parámetro más importante es la pendiente, también incluyendo el radio de curvatura y el peralte, la presencia de un túnel y su influencia en la resistencia al avance. También se introducirá la localización de las estaciones, y estas serán consideradas como secciones homogéneas.

Para el estudio que ahora tenemos entre las manos hay 40 estaciones en una longitud aproximada de 76 kilómetros.

El **Apéndice A.1, DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA** incluye una lista de los valores dados al programa que permiten caracterizar la ruta.

### 2.1.2. MATERIAL RODANTE

**RailPower** permite la definición y el uso de cualquier tipo de tren. Para hacer esto es necesario especificar las características de la locomotora, los vagones o coches y la composición general. Entre los datos que se deben introducir se encuentra el peso, sistemas de tracción y de frenado, potencia nominal, etc. Las curvas características del motor y del tren como una unidad entera se pueden introducir directamente o calculándolas tomando los parámetros principales como un punto de inicio.

Las curvas características que **RailPower** tiene en cuenta son:

- Resistencia al avance / velocidad
- Máxima fuerza de tracción / velocidad
- Máxima fuerza de frenado / velocidad
- Deceleración de servicio
- Rendimiento electromecánico

A partir de estas curvas, se calcula en cada punto de la línea la velocidad, la aceleración, la fuerza de tracción o de frenado y la potencia de tracción o de frenado (o intensidad de tracción).

Existen dos tipos de tren que circularán por la línea; El tren de cercanías (CR, de Commuter Rail), y el tren interurbano (IC, de Intercity). Las características principales del material rodante son:

Para los CR:

- Peso (completamente cargado): 620,279 toneladas

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

- Velocidad máxima: 80 km/h
- Aceleración: 1 m/s<sup>2</sup>
- Freno de servicio: 1.15 m/ s<sup>2</sup>
- Potencia nominal del tren: 6.746 kW

Para los IC:

- Peso (completamente cargado): 332,13 toneladas
- Velocidad máxima: 100 km/h para IC
- Aceleración: 0,48 m/s<sup>2</sup>
- Freno de servicio: 0,9 m/ s<sup>2</sup>
- Potencia nominal del tren: 3.538 kW

El **Apéndice A.2, CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL RODANTE**, incluye la lista completa de datos del material rodante introducidos en el programa que caracterizan los trenes que circulan por la línea.

### 2.1.3. PARÁMETROS DE ELECTRIFICACIÓN

Para los cálculos de electrificación, se han utilizado la siguiente información como datos de entrada:

- Tensión nominal del suministro a la línea (25 kV)
- Impedancia característica de la catenaria, tanto en el área del túnel (catenaria rígida) como en las secciones de superficie (catenaria flexible)
- Posición (km) de las subestaciones de tracción y de las zonas neutras
- Potencia de las subestaciones de tracción (ver la tabla de abajo)

Lado	Nombre	Pk	Potencia
Europa	HALKALI	27+000	2 x 15 MVA
	VELIFENDI	10+850	3 x 30 MVA
Asia	KADIKOY	1+293	2 x 30 MVA
	IDEALTEPE	12+190	2 x 25 MVA
	PENDIK	24+150	2 x 25 MVA
	OSMANGAZI	39+800	2 x 15 MVA

**Tabla 1.** Subestaciones de potencia de tracción

### 2.1.4. PARÁMETROS OPERACIONALES

Los parámetros operacionales que se han tenido en cuenta son los que siguen:

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- Máxima deceleración de servicio en la línea ( $1.15 \text{ m/s}^2$  para los CR y  $0.9 \text{ m/s}^2$  para los IC)
- Límites de velocidad
- Tiempo de parada en las estaciones de 45 segundos
- 28 trenes por sentido en hora punta (ver mallas de circulación)

**RailPower** simula la circulación de los trenes imponiendo las restricciones que deben ser cumplidas. En particular, el programa comprueba que la distancia entre trenes es mayor que la que se indica por consideraciones de seguridad, forzando al tren posterior a frenar si fuera necesario.

Se pueden definir tantas mallas de circulación como se estimen necesarias. Las mallas que se estudian son introducidas estableciendo la secuencia en la que los trenes circulan durante el intervalo deseado. Hay bastantes elementos que deben ser especificados para cada tren: el instante en el que comienza a moverse, la velocidad inicial, la prioridad respecto al resto de trenes, las estaciones y paradas en las que cada tren debe parar y el tiempo de parada en cada caso.

### 2.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El programa lleva a cabo los cálculos utilizando una simulación real de las condiciones de operación, teniendo en cuenta los parámetros necesarios. Los cálculos se realizan dividiendo el tiempo de recorrido del tren en breves intervalos (usualmente 5 segundos). Los cálculos de cada breve intervalo se derivan de la integración numérica de las ecuaciones utilizadas por el programa para la estimación del periodo de tiempo anterior.

Tanto la precisión de los resultados obtenidos utilizando estas ecuaciones y estos métodos de integración, que ha sido comprobada en otros proyectos al compararlos con la realidad, como la posibilidad de disminuir el intervalo de tiempo de cálculo permiten al usuario alcanzar resultados muy precisos.

Una vez se han introducido las características de la línea y del material rodante, el programa calcula la velocidad y la aceleración/deceleración que se debe imponer al tren en cada punto del recorrido en el tiempo, incluso obteniendo la fuerza de tracción o de frenado que precisa el tren.

Con la fuerza requerida de tracción o de frenado es posible obtener la potencia consumida por cada tren en cada momento y punto de la línea así como su aceleración y velocidad. Los consumos medios y máximos también se calculan para cada tramo de la línea y para la trayectoria completa que se esté estudiando. La regeneración de energía por parte de los sistemas de frenado se puede tener en cuenta o no, dependiendo del caso. También se calcula la tensión a la que se encuentra el pantógrafo de cada tren en cada punto de la línea e instante.

Con estos resultados se obtiene la potencia requerida en cada momento por la malla de circulación que se esté estudiando. Los mismos cálculos para diferentes

condiciones de circulación determinan la posición ideal y las especificaciones de potencia de las subestaciones de tracción.

Teniendo en cuenta la tensión en las subestaciones de tracción, la impedancia característica de la línea aérea de contacto y del raíl y la posición de los trenes en cada momento, se calcula la tensión en el pantógrafo de cada tren como si se encontrara sólo en la línea, y después se tiene en cuenta la influencia del resto de trenes aplicando el principio de superposición e iterando para calcular la nueva intensidad que consume cada tren para seguir utilizando la potencia requerida.

Por último, se proporciona una estimación de potencia y corriente que suministran los transformadores de las subestaciones en cada momento, comprobando si su potencia previamente asignada es suficiente o excesiva para alimentar los trenes de la malla de circulación prevista.

### **2.3. RESULTADOS DEL PROGRAMA**

Los resultados de todos los cálculos se pueden ver en la pantalla o imprimidos en papel, en forma de tabla o en un gráfico de colores para su interpretación y análisis. El programa proporciona valores instantáneos y globales para los factores que influyen en el consumo de la línea. Se pueden resaltar los siguientes resultados:

- Para cada tren en el estudio, el tiempo de circulación total y parcial y el consumo eléctrico, velocidad, tracción y aceleración en cada punto de la línea.
- Posición y consumo instantáneos de los trenes de la malla de circulación prevista. En el estudio de la malla el tren considera la interacción de los trenes y es capaz de evaluar la situación real respecto a la ideal.
- Regeneración de energía utilizando el sistema de frenado.
- Potencia consumida en cada momento por cada tren de la malla de circulación.
- Tensión en el pantógrafo de los trenes en cada momento y posición.
- Potencia instantánea y media de las estaciones de transformación tanto en condiciones normales de operación como en caso de fallo.
- Potencia instantánea y media de cada estación de transformación para las diferentes configuraciones y condiciones de operación estudiadas.
- Valores de intensidad en los feeders de las subestaciones



### 3. CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA LÍNEA GEBZE - HALKALI

Para el estudio de consumo de potencia de la línea Gebze – Halkali se han supuesto las siguientes hipótesis y condiciones de diseño:

#### 3.1. CRITERIOS OPERACIONALES DE DISEÑO

De acuerdo con los requisitos del contratante “DLH, Contract CR·Employer’s Requirement Chapter 4 General Requirements for Design”, la malla de circulación y la frecuencia de paso de los trenes en hora punta para el año 2025 será:

Trayecto	Número de trenes CR por hora y por sentido
Halkali- Ataköy	7
Ataköy - Yenikapı	14
Yenikapı- Söğütlüçeşme	28
Söğütlüçeşme- Pendik	14
Pendik - Gebze	7

**Tabla 2.** Operaciones en hora punta en el 2025

Para los trenes CR y en hora punta:

- Se han considerado las siguientes frecuencias de paso:
  - 8’ 34” entre Halkali y Atakoy, y entre Pendik y Gebze. (7 trenes por hora y sentido entre Halkali y Gebze).
  - 4’ 17” entre Atakoy y Yenikapı, y entre Söğütlüçeşme y Pendik (14 trenes por hora y sentido: 7 trenes entre Halkali y Gebze, y 7 trenes entre Atakoy y Pendik).
  - 2’ 08” entre Yenikapı y Söğütlüçeşme (28 trenes por hora y sentido: 7 trenes entre Halkali y Gebze, 7 trenes entre Atakoy y Pendik y 14 trenes entre Yenikapı y Söğütlüçeşme).
- Tiempo de parada en las estaciones de 45 segundos.

Para trenes IC y en hora punta:

- Se han considerado las siguientes frecuencias de paso:
  - 20’ entre Halkali y Bakirköy (3 trenes por hora y sentido en el lado europeo).
  - 20’ entre Söğütlüçeşme y Gebze (3 trenes por hora y sentido en el lado asiático).
- Se ha estimado un tiempo de parada de 45 segundos para la ruta en el lado europeo.
- Para el lado asiático, se ha considerado un tiempo de parada en las estaciones diferente en cada caso debido a las limitaciones derivadas de disponer únicamente de una línea de vía única. Estos tiempos de parada se

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

pueden observar en la tabla siguiente. (Las mallas de circulación de esta macha se pueden ver en el Apéndice A.4).

Tiempo de parada (s)	Söğütlüçeşme - Gebze			Gebze - Söğütlüçeşme		
	Tren 1	Tren 2	Tren 3	Tren 1	Tren 2	Tren 3
Söğütlüçeşme				45	45	45
Bostanci	45	45	45	45	45	45
Maltepe	45	120	45	45	60	45
Pendik	45	205	145	85	85	45
Çayirova	45	45	45	45	45	45
Gebze	45	45	45			

**Tabla 3** Tiempo de parada para trenes IC en el lado asiático

### 3.2. CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL MATERIAL RODANTE

Se ha supuesto que hasta el 80 % de la potencia del freno motor es reutilizable en la línea para alimentar a otros trenes.

El tren utilizará el freno motor hasta que se dé la máxima fuerza del freno motor para cada velocidad. El resto de la fuerza de frenado, hasta llegar a la deceleración de servicio, será proporcionada por un freno neumático. Por debajo de 10 km/h el tren sólo utilizará el freno neumático.

### 3.3. CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA ELECTRIFICACIÓN

Referente a las **subestaciones de tracción**, se han hecho las siguientes suposiciones:

- Variación máxima de la tensión en la subestación del 5 %, con un valor medio de 25 kV
- Factor de potencia de los transformadores de la subestación de 1
- Debido a la irregularidad significativa de la demanda de potencia por parte de los servicios ferroviarios, los transformadores permitirán una sobrecarga de potencia (según el estándar CEI 146.1.1) que en cada caso será de:
  - 20% para 60 minutos
  - 50% para 15 minutos
  - 100% para 10 minutos
  - 300% para 1 minuto

Para sobrecargas con otros valores diferentes, se admite una duración intermedia (siguiendo una distribución logarítmica). Cuanto más corta sea la duración de la sobrecarga, más larga será la duración intermedia.

El Sistema de **Contacto Aéreo** previsto tiene las siguientes características:

- **Sección superficial:** hecho de cable de contacto de cobre de 150 mm<sup>2</sup> y sustentador de bronce con una impedancia característica estimada de:

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- 0,113 + j·0,257 ohm/km.
- **Sección de túnel:** Catenaria rígida. La sección conductora de aluminio de la catenaria rígida mide 2214 mm<sup>2</sup>, lo cual significa que el equivalente en cobre debe medir 1408 mm<sup>2</sup> para ofrecer la misma resistencia. Con un cable de contacto de 150 mm<sup>2</sup>, la sección total es de 1558 mm<sup>2</sup>.  
El valor de la impedancia característica estimada es de:  
0,011 + j·0,399 ohm/km.
  - Se ha considerado despreciable la impedancia del raíl.

Respecto a las **caídas de tensión en los pantógrafos de los trenes**, se han hecho las siguientes consideraciones:

- Máxima tensión admisible por el tren: 20% sobre el valor nominal (30 kV).
- La tensión en el pantógrafo siempre deberá encontrarse dentro de los límites siguientes:
  - La tensión no permanente más alta no puede superar los 29.000 V
  - La tensión permanente más alta no puede superar los 27.500 V
  - Tensión nominal de 25.000 V.
  - La tensión permanente más baja no puede ser inferior a 17.500 V
  - La tensión no permanente más baja no puede ser inferior a 17.500 V

Los intervalos de tiempo en los cuales los valores de tensión se encuentran entre los mínimos permanente y no permanente no durarán más de 2 minutos. Para los máximos, los intervalos entre los máximos no permanentes y permanentes no durarán más de 5 minutos.

## 4. RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

A continuación se muestran los resultados de la simulación para los servicios solicitados por el "General Directorate of Railways Harbours and Airports Construction (DLH)".

En el **Anexo B RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN** se pueden ver los gráficos y resultados que contienen los datos principales obtenidos en el estudio para las variables simuladas.

### 4.1. RESULTADOS DINÁMICOS PARA LA SIMULACIÓN DE LA CIRCULACIÓN DE UN ÚNICO TREN

Las simulaciones se ha hecho para un tren CR a lo largo de toda la línea y para un tren IC tanto en el lado europeo como en el lado asiático, obteniéndose los valores de velocidad media, tiempo de recorrido y consumo de energía por cada sentido de marcha.

Se ha supuesto que el tren estará circulando completamente cargado, ya que así se tiene en cuenta el caso peor y se obtienen resultados más conservadores (peso total de 620.279 toneladas para los CR y 332.130 toneladas para los IC).

La energía total consumida por un tren CR totalmente cargado en hacer la línea completa (ida y vuelta) es de 6.843 kWh, siendo el consumo medio de energía en la línea completa de los trenes CR de 54,5 kWh/1000 GTKM.

CR TRAIN	LENGTH (km)	RUNNING TIME (minutes)	AVERAGE SPEED (km/h)	ENERGY CONSUMPTION (kWh)			
				TRACTION ENERGY	AUX. ENERGY CONSUMPTION	REGENERATED ENERGY	NET ENERGY CONSUMPTION
HALKALI - GEBZE	75,758	101,17	44,93	2.285,96	2.274,56	1.018,75	3.541,77
	kWh/GTKm			0,0364	0,0362	0,0162	0,0564
GEBZE - HALKALI	75,758	101,42	44,82	2.092,31	2.257,70	1.048,33	3.301,68
	kWh/GTKm			0,0333	0,0359	0,0167	0,0525
TOTAL	151,516	202,58	44,88	4.378,26	4.532,27	2.067,08	6.843,45
	kWh/GTKm			0,0348	0,0361	0,0164	0,0545

**Tabla 4.** Simulación de un único tren CR

El consumo total de energía para un tren IC totalmente cargado haciendo la ruta completa en el lado europeo (Halkali – Bakirköy – Halkali ) es de 225 kWh, siendo el consumo medio de energía 32,3 kWh/1000 GTKM.

IC TRAIN	LENGTH (km)	RUNNING TIME (minutes)	AVERAGE SPEED (km/h)	ENERGY CONSUMPTION (kWh)			
				TRACTION ENERGY	AUX. ENERGY CONSUMPTION	REGENERATED ENERGY	NET ENERGY CONSUMPTION
HALKALI - BAKIRKÖY	14,955	10,50	85,46	108,81	54,60	25,11	138,30
	kWh/GTKm			0,0312	0,0157	0,0072	0,0397
BAKIRKÖY - HALKALI	14,955	10,50	85,46	63,03	49,40	25,52	86,91
	kWh/GTKm			0,0181	0,0142	0,0073	0,0249
TOTAL	29,910	21,00	85,46	171,84	104,00	50,63	225,22
	kWh/GTKm			0,0246	0,0149	0,0073	0,0323

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**Tabla 5** Simulación de un único tren IC en el lado europeo

El consumo total de energía para un tren IC totalmente cargado haciendo la ruta completa en el lado asiático (Söğütlüçeşme – Gebze – Söğütlüçeşme ) es de 842 kWh, siendo el consumo medio de energía 38,4 kWh/1000 GTKM.

IC TRAIN	LENGTH (km)	RUNNING TIME (minutes)	AVERAGE SPEED (km/h)	ENERGY CONSUMPTION (kWh)			
				TRACTION ENERGY	AUX. ENERGY CONSUMPTION	REGENERATED ENERGY	NET ENERGY CONSUMPTION
SÖĞÜTLÜÇEŞME-GEBZE	42,016	33,17	76,01	429,81	172,47	112,16	490,11
	kWh/GTKm			0,0390	0,0157	0,0102	0,0445
GEBZE-SÖĞÜTLÜÇEŞME	42,016	32,92	76,59	320,82	165,97	134,63	352,16
	kWh/GTKm			0,0293	0,0152	0,0123	0,0322
TOTAL	84,032	66,08	76,30	750,63	338,43	246,80	842,27
	kWh/GTKm			0,0342	0,0154	0,0112	0,0384

**Tabla 6.** Simulación de un único tren IC en el lado asiático

\* Energía regenerada calculada a partir de la potencia del freno motor (suponiendo que el 80% de la potencia se regenera).

#### 4.2. CONSUMO DE ENERGÍA DE LA MALLA DE CIRCULACIÓN PREVISTA

Para la siguiente malla de circulación de trenes, definida de acuerdo con las frecuencias de paso y la composición de los trenes, los valores de energía consumida se muestran en la siguiente tabla (medida en kWh/GTKM).

TREN	CONSUMO DE LA LÍNEA (kWh)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	PESO DEL TREN (TON)	GTKM	kWh/GTKM
CR TRAIN	88.879	1.967,353	620,28	1.220.308	0,0728
IC TRAIN	3148	300,668	332,13	99.861	0,0315
<b>TOTAL</b>	<b>92.027</b>	<b>--</b>		<b>1.320.169</b>	<b>0,0697</b>

**Table 7.** Energy Consumption in the Line

La composición de los trenes utilizados para el estudio consiste en 10 coches (Mc1-T1-M1-M2-T1-M2-T2-M1-T1-Mc2) para los CR, y 6 coches (2 coches motores y 4 coches trailer) en el caso de los IC.

El valor de la energía en kWh/GTKM es obtenido para cada tipo de tren. El valor de este parámetro para la línea completa es de 69,7 Wh/GTKm.

#### 4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS SUBESTACIONES DE TRACCIÓN

Para la malla de circulación mostrada en el **Anexo A4 MALLAS DE CIRCULACIÓN** se muestra en este capítulo la potencia demandada de las subestaciones de tracción. Los casos que se estudian son:

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

- Operación normal
- Fallo de un transformador de la subestación
- Fallo de una subestación

Las tablas recopilan los valores de potencia RMS, la potencia media en una hora, y la potencia máxima (Estimada en periodos de 5 segundos) para cada subestación en la hora punta.

Se ha calculado la potencia demandada en el caso de fallo de un transformador de la subestación y en el caso de una subestación completa para la situación de hora punta de forma que se cumplan los siguientes requisitos de operación:

*“Cada subestación de transformación de suministro de potencia de tracción deberá ser capaz de asegurar que las operaciones ferroviarias programadas (hora punta) son mantenidas con los siguientes requisitos mínimos:*

- *Provisión del 100% de la capacidad de reserva redundante para el caso de fallo de un único transformador en la misma subestación y*
- *provisión de la capacidad suficiente de suministro de potencia de reserva en cada subestación para el caso de que una subestación adyacente se encuentre fuera de servicio por cualquier razón.*

#### 4.3.1. OPERACIÓN NORMAL

		TRANSFORMADOR 1 (KVA)	TRANSFORMADOR 2 (KVA)
<b>HALKALI (Europa)</b>	MAX	9.907	9.658
	RMS	1.906	2.714
	MEDIA	778	1.704
<b>VELIFENDI (Europa)</b>	MAX	27.581	31.121
	RMS	11.897	19.579
	MEDIA	10.379	18.866
<b>KADIKOY (Asia)</b>	MAX	16.216	26.553
	RMS	9.636	14.363
	MEDIA	9.062	12.622
<b>IDEALTEPE (Asia)</b>	MAX	21.957	32.548
	RMS	11.209	13.990
	MEDIA	10.099	11.161
<b>PENDIK (Asia)</b>	MAX	26.204	9.946
	RMS	9.751	3.862
	MEDIA	8.337	3.005
<b>OSMANGAZI (Asia)</b>	MAX	16.070	17.866
	RMS	5.174	5.268
	MEDIA	4.217	4.042

**Tabla 8.** Potencia demandada de las subestaciones de tracción



Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

En cada subestación de tracción, se considera transformador 1 al transformador que se encuentra en el lado europeo (oeste), y transformador 2 al que se encuentra en el lado asiático (este).

#### 4.3.2. FALLO DE UN TRANSFORMADOR EN LA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN

En caso de fallo de un transformador en la subestación de tracción, la potencia demandada por el otro transformador se muestra en la siguiente tabla:

		TRANSFORMADOR (KVA)
<b>HALKALI (Europa)</b>	MAX	12.166
	RMS	3.514
	MEDIA	2.482
<b>VELIFENDI (Europa)</b>	MAX	44.228
	RMS	29.932
	MEDIA	29.243
<b>KADIKOY (Asia)</b>	MAX	36.293
	RMS	23.146
	MEDIA	21.684
<b>IDEALTEPE (Asia)</b>	MAX	48.142
	RMS	24.409
	MEDIA	21.260
<b>PENDIK (Asia)</b>	MAX	26.204
	RMS	12.446
	MEDIA	11.341
<b>OSMANGAZI (Asia)</b>	MAX	23.340
	RMS	9.275
	MEDIA	8.259

**Tabla 9.** Potencia demandada de las subestaciones de tracción, fallo de un transformador

#### 4.3.3. FALLO DE UNA SUBESTACIÓN

En el caso de fallo de una subestación completa, las subestaciones vecinas alimentarán el tramo que la subestación que se encuentra fuera de servicio alimentaba, hasta su zona neutra.

Se debería mencionar que en el caso de fallar las subestaciones del principio o del final (Halkali y Osmangazi), las subestaciones vecinas únicamente cubrirán hasta las zonas neutras de las subestaciones mencionadas.

Los valores máximos de consumo para cada transformador de las subestaciones y los casos en que ocurren son los siguientes:

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

		TRANSFORMADOR 1 (KVA)		TRANSFORMADOR 2 (KVA)	
		Valor	Caso	Valor	Caso
<b>HALKALI (Europa)</b>	MAX		-	18.002	Fallo Velifendi
	RMS			8.186	
	MEDIA			6.942	
<b>VELIFENDI (Europa)</b>	MAX	29.260	Fallo Halkali	47.863	Fallo Kadikoy
	RMS	14.179		28.684	
	MEDIA	12.868		27.896	
<b>KADIKOY (Asia)</b>	MAX	47.592	Fallo Velifendi	37.262	Fallo Idealtepe
	RMS	28.615		23.002	
	MEDIA	27.834		21.645	
<b>IDEALTEPE (Asia)</b>	MAX	37.260	Fallo Kadikoy	40.662	Fallo Pendik
	RMS	23.026		21.073	
	MEDIA	21.662		18.700	
<b>PENDIK (Asia)</b>	MAX	40.776	Fallo Idealtepe	16.345	Fallo Osmangazi
	RMS	21.139		6.285	
	MEDIA	18.752		5.004	
<b>OSMANGAZI (Asia)</b>	MAX	28.488	Fallo Pendik		-
	RMS	11.021			
	MEDIA	9.670			

**Tabla 10.** Potencia demandada de las subestaciones, fallo de subestación adyacente

#### 4.3.4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS SUBESTACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las secciones previas, el tamaño de los transformadores sea el siguiente:

LADO	NOMBRE SST	POTENCIA
Europa	HALKALI	2 x 15 MVA
	VELIFENDI	2 x 30 MVA
Asia	KADIKOY	2 x 30 MVA
	IDEALTEPE	2 x 25 MVA
	PENDIK	2 x 25 MVA
	OSMANGAZI	2 x 15 MVA

**Tabla 11.** Tamaño de las subestaciones de tracción

#### 4.4. CAÍDAS DE TENSIÓN EN LOS PANTÓGRAFOS DE LOS TRENES

Para calcular las caídas de tensión a lo largo de la catenaria, se tendrán en cuenta lo siguiente:

- Valores de impedancia de la línea aérea de contacto
- Tensión de salida de las subestaciones eléctricas de tracción.
- Intensidad consumida por cada tren (para coincidir con los resultados de los cálculos).
- Localización de subestaciones y de zonas neutras.

Los siguientes voltajes son los máximos y los mínimos para cada uno de los casos estudiados (operación normal y fallo de cada subestación) y para cada tipo de tren que circula por la línea.

En el Apéndice B3. RESULTADOS DE CAÍDAS DE TENSIÓN se pueden ver los gráficos de la tensión en los pantógrafos a lo largo de toda la línea para cada tren que se haya tenido en cuenta en el estudio.

CASOS	TENSIONES TRENES CR (VOLTIOS)		TENSIONES TRENES IC (VOLTIOS)	
	V MAX	V MIN	V MAX	V MIN
OPERACIÓN NORMAL	25.210	24.410	25.048	24.871
FALLO HALKALI TSS	25.562	24.163	25.048	24.742
FALLO VELIFENDI TSS	25.267	24.085	25.146	24.818
FALLO KADIKOY TSS	25.357	24.063	25.111	24.808
FALLO IDEALTEPE TSS	25.562	24.163	25.216	24.705
FALLO PENDIK TSS	25.562	24.163	25.119	24.617
FALLO OSMANGAZI TSS	25.210	24.410	25.229	24.763

**Tabla 12.** Tensión en los pantógrafos

## 5. CONCLUSIONES

El documento presente desarrolla un estudio de dimensionado eléctrico para la verificación de las medidas de suministro eléctrico para la **actualización de la línea ferroviaria Gebze – Halkali**.

En el presenta, la línea Gebze - Halkali tiene una longitud total de unos 76 km e incluye 40 estaciones.

El estudio tiene en cuenta la localización actual de las instalaciones eléctricas (subestaciones de potencia de tracción y zonas neutras) y el tipo de trenes que circulan a lo largo de la línea y se ha llevado a cabo para las mallas de circulación y condiciones de operación facilitadas por DLH.

De los resultados obtenidos se puede concluir que los transformadores de las subestaciones están correctamente dimensionados para soportar la máxima frecuencia de trenes, 28 trenes por sentido y hora para los trenes CR entre Yenikapı-Söğütlüçeşme y 3 trenes IC por sentido y hora tanto en el lado europeo como en el asiático.

LADO	NOMBRE SST	POTENCIA
Europa	HALKALI	2 x 15 MVA
	VELIFENDI	2 x 30 MVA
Asia	KADIKOY	2 x 30 MVA
	IDEALTEPE	2 x 25 MVA
	PENDIK	2 x 25 MVA
	OSMANGAZI	2 x 15 MVA

**Tabla 13.** Dimensión de las subestaciones de tracción

Debido a las mallas de circulación de tráfico del proyecto, en las cuales se puede observar que la frecuencia de trenes en el tramo de túnel es muy elevada y que, en cambio, es mucho más baja en el resto de la línea, se han obtenido diferentes evaluaciones de potencia para los diferentes transformadores situados a lo largo de la línea, lo cual se justifica por la falta de homogeneidad en el flujo de trenes a lo largo de la línea.

En términos del sistema propuesto de contacto aéreo, este permite caídas de tensión que cumplen con los requisitos operacionales. Se han propuesto dos tipos de línea aérea de contacto:

- Sección de túnel (a lo largo de 12,500 Km), que requiere la instalación de catenaria rígida.

## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

- Sección superficial, que requiere la instalación de un hilo de contacto de cobre de 150 mm<sup>2</sup> y un sustentador de bronce de 65 mm<sup>2</sup> (una longitud aproximada de 20 km en el lado europeo y 44 km en el lado asiático).

# APÉNDICES



## A. DATOS DE ENTRADA PARA EL ESTUDIO

### A.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

El programa de Ardanuy Ingeniería S.A. RailPower, por medio de simulaciones sucesivas, proporcionará un estudio de la potencia necesaria para la instalación de las diferentes subestaciones, de acuerdo a los diferentes parámetros de la red ferroviaria.

Unos de los parámetros más importantes tenidos en cuenta en un estudio de consumo de potencia es el trazado de la línea. Este anexo presenta tablas de gradientes, curvas y peraltes que son necesarios para realizar los cálculos.

La línea bajo estudio consiste en aproximadamente 76 km a lo largo de tres secciones con las siguientes longitudes:

- Lado europeo: 19 km
- Túnel del Bósforo: 13 km
- Lado asiático: 44 km

Todo el trazado de la línea ha sido referido a una única enumeración de kilometraje para introducir los datos en el programa y para los siguientes resultados y análisis. Este kilometraje ha sido llamado absoluto (desde el KM 0+000 al KM 76+556) con las siguientes equivalencias en las 3 secciones:

SECCIÓN	PK DE LA SECCIÓN		PK ABSOLUTO	
	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
LADO EUROPEO	27+558	8+436	0+000	19+122
TÚNEL DEL BÓSFORO	0+297	13+860	19+122	32+685
LADO ASIÁTICO	0+649	44+520	32+685	76,556

Nota: Todos los gráficos con resultados presentados en este estudio están referenciados al kilometraje "absoluto".

Nota: El perfil longitudinal de la línea se puede ver en los gráficos del **APÉNDICE B.1 SIMULACIONES DE CIRCULACIÓN DE TRENES.**

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**Tabla 1.** Pendiente de la vía

**EUROPA**

Pk lado europeo	Pk Absoluto	Gradiente (‰)
27+833	-0+275	3,480
26+810	0+748	-2,561
26+400	1+158	5,001
25+668	1+891	-6,209
25+150	2+408	2,740
24+420	3+138	8,846
24+290	3+268	0,000
24+020	3+538	-3,400
23+770	3+788	0,000
23+265	4+294	8,809
22+958	4+600	2,789
22+582	4+977	0,658
21+800	5+758	4,971
20+470	7+088	8,495
19+908	7+650	-5,722
19+260	8+298	10,799
18+812	8+746	-7,600
18+350	9+208	-9,058
17+900	9+658	0,000
16+832	10+726	-8,000

Pk lado europeo	Pk Absoluto	Gradiente (‰)
16+260	11+298	-9,725
16+100	11+458	-8,143
15+700	11+858	1,374
15+230	12+328	0,000
15+049	12+509	-11,417
14+929	12+629	-0,939
14+600	12+958	0,743
14+300	13+258	2,939
14+185	13+373	5,000
13+680	13+878	10,689
13+400	14+158	6,429
12+840	14+718	0,000
12+235	15+323	-10,216
12+040	15+518	-6,494
11+700	15+858	-1,475
10+398	17+160	12,490
9+916	17+642	0,805
9+295	18+263	-4,092
8+473	19+085	-7,927

**TÚNEL DEL BÓSFORO**

Pk Túnel	Pk Absoluto	Gradiente (‰)
0+300	19+124	-8,000
0+550	19+374	0,000
0+670	19+494	-17,430
1+420	20+244	-10,450
2+190	21+014	-1,300
3+620	22+444	-2,250
4+350	23+174	-15,100
5+725	24+549	-3,680

Pk Túnel	Pk Absoluto	Gradiente (‰)
6+600	25+424	-17,400
7+650	26+474	16,580
8+680	27+504	17,720
9+550	28+374	2,000
10+010	28+834	8,270
12+490	31+314	10,000
13+700	32+524	15,000

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

ASIA

Pk lado asiático	Pk absoluto	Gradiente (‰)
0+650	32+685	2,642
0+692	32+727	0,000
0+760	32+795	13,721
1+040	33+075	-9,664
1+272	33+307	-0,827
1+973	34+008	2,500
2+205	34+240	16,252
2+578	34+613	12,369
2+990	35+025	18,176
3+245	35+280	7,036
3+606	35+641	12,251
4+428	36+463	5,000
4+750	36+785	-1,600
4+950	36+985	3,947
5+366	37+401	-16,637
5+650	37+685	-16,998
5+892	37+927	2,499
6+349	38+384	-13,080
6+660	38+695	-6,437
7+015	39+050	-16,226
7+435	39+470	-10,998
7+585	39+620	-13,017
8+402	40+437	-11,698
8+500	40+535	-18,000
8+750	40+785	3,286
8+855	40+890	2,227
9+190	41+225	2,228
9+870	41+905	9,314
10+127	42+161	-5,000
10+564	42+599	-9,733
11+033	43+068	0,000
12+142	44+177	8,868
12+610	44+645	0,429
12+820	44+855	-17,041
13+016	45+051	-1,994
13+367	45+402	16,525
13+651	45+686	-3,097
13+880	45+915	-8,665
14+020	46+055	2,391
14+680	46+715	-0,229
15+336	47+371	11,905

Pk lado asiático	Pk absoluto	Gradiente (‰)
15+735	47+770	5,068
16+246	48+280	-2,000
16+664	48+699	-12,366
17+319	49+354	-0,759
17+780	49+815	-0,630
17+980	50+015	-0,856
18+160	50+195	0,000
18+527	50+562	4,987
18+910	50+945	-5,198
19+137	51+172	10,992
19+516	51+551	-0,144
19+975	52+010	8,000
20+100	52+135	0,000
20+990	53+025	12,941
21+415	53+450	-12,911
21+975	54+010	1,276
22+367	54+402	0,000
22+700	54+735	-2,477
23+339	55+374	9,269
23+470	55+505	-4,230
24+170	56+205	-2,000
24+601	56+636	1,924
24+930	56+965	3,698
25+360	57+395	6,506
25+775	57+810	0,769
26+555	58+590	-2,000
26+990	59+025	-3,986
27+700	59+735	-5,000
28+050	60+085	2,876
28+340	60+375	4,935
28+680	60+715	6,141
28+963	60+998	5,175
29+533	61+568	2,000
29+980	62+015	-4,814
30+550	62+585	-5,000
31+100	63+135	-4,512
31+510	63+545	5,000
32+140	64+175	-0,678
32+656	64+691	7,285

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Pk lado asiático	Pk absoluto	Gradiente (‰)
33+150	65+185	13,067
33+420	65+455	4,573
33+764	65+799	2,473
34+060	66+095	2,000
34+744	66+779	-8,940
35+885	67+920	-8,100
36+688	68+722	-0,454
37+129	69+163	3,414
37+890	69+925	5,000
38+220	70+255	7,182
38+440	70+475	1,333
38+755	70+790	4,863

Pk lado asiático	Pk absoluto	Gradiente (‰)
39+120	71+155	6,939
39+739	71+774	10,925
40+085	72+120	13,522
40+403	72+438	11,000
40+800	72+835	18,027
41+100	73+135	14,856
42+697	74+732	15,694
43+331	75+366	2,000
43+968	76+003	0,784
44+320	76+355	-6,944
44+500	76+535	

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**Tabla 2.** Curvas de la vía

EUROPA

Km inicial	Km final	Radio (m)
8+442	8+631	-350,000
8+631	8+939	-472,590
9+207	9+514	1425,000
9+931	10+411	600,000
11+421	11+546	-575,000
11+649	11+700	1600,000
11+796	11+897	-1798,372
12+009	12+055	1600,000
12+313	12+404	1400,000
12+448	12+545	-1500,000
12+854	12+993	525,000
13+642	13+694	2000,000
13+801	13+844	-2000,000
13+954	14+001	-1500,000
14+134	14+485	-975,000
14+529	14+723	-805,200
14+828	15+086	-705,200
15+196	15+397	-697,400
16+208	16+373	400,000
16+437	16+539	-1800,000
16+620	16+744	347,400

Km inicial	Km final	Radio (m)
16+828	17+413	925,000
17+742	17+812	-1000,000
17+860	17+930	1000,000
19+558	19+927	445,000
20+385	20+634	-502,600
20+775	20+839	1000,000
20+889	20+990	-1000,000
21+281	21+329	-1000,000
21+583	21+630	1000,000
22+015	22+596	382,400
22+697	23+065	-372,400
23+253	23+430	372,400
23+532	23+630	-1800,000
23+710	24+013	-597,400
24+178	25+430	787,400
25+606	25+753	-300,000
25+936	26+570	-370,000
26+659	27+192	400,000
27+337	27+370	300,000
27+411	27+444	-300,000

BOSPHORUS TUNNEL

Km inicial	Km final	Radio (m)
0+000	0+050	2.115
0+050	0+297	470
0+297	0+320	410
0+320	0+547	350
0+595	0+705	-1.800
0+794	0+892	610
0+989	1+297	-315
1+347	1+519	2.000
1+882	1+918	-810
1+918	2+181	-435
2+181	2+217	-950
2+369	2+643	500
2+800	2+913	600
3+083	3+184	500
3+406	3+616	-1.800
3+907	4+000	2.000
4+233	4+309	1.800
4+345	4+440	-1.800

Km inicial	Km final	Radio (m)
4+631	4+682	-1.690
4+682	5+061	-800
5+061	5+110	-1.650
5+405	5+455	1.450
5+455	5+848	700
5+848	5+898	1.320
6+670	6+717	-1.040
6+717	6+976	-600
6+976	7+024	-1.270
7+364	7+726	1.600
7+726	7+885	1.990
8+959	9+048	2.000
9+098	9+187	-2.000
9+539	9+575	1.755

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Km inicial	Km final	Radio (m)
9+575	9+694	1.000
9+694	9+733	1.825
10+117	10+172	1.465
10+172	10+301	600
10+301	10+341	1.285
10+577	10+624	1.130
10+624	11+424	600

Km inicial	Km final	Radio (m)
11+424	11+475	1.165
12+258	12+479	-2.000
13+247	13+300	750
13+300	13+409	350
13+409	13+456	665
13+852	13+902	-680
13+902	14+196	-380

ASIA

Km inicial	Km final	Radio (m)
0+650	0+757	-350
1+057	1+204	-300
1+362	1+396	-300
1+396	1+705	564,201
1+845	1+886	480
1+923	1+963	-700
2+068	2+107	-1500
2+259	2+436	602,6
2+780	3+012	-302
3+202	3+261	-2000
3+348	3+418	1800
3+526	3+850	-430
4+237	4+294	-7000
4+404	4+457	-1600
4+538	4+652	1800
4+710	5+089	420
5+171	5+232	5000
5+795	5+851	6000
5+900	6+069	340
6+168	6+270	1800
6+411	6+512	-450
6+669	6+889	309,2
7+018	7+487	-300
7+543	7+589	-1600
7+701	7+804	1800
7+918	7+960	-1500
8+042	8+396	309,2
8+534	8+827	-300
9+103	9+326	350
9+778	9+866	-700
9+992	10+288	-305
10+354	10+456	1800
10+542	11+065	312

Km inicial	Km final	Radio (m)
11+220	11+451	-360
11+509	11+551	-1500
11+666	11+768	1800
11+878	11+929	-1800
12+285	12+534	-2500
13+009	13+060	-1800
13+169	13+271	1800
13+381	13+432	-1800
13+631	13+829	-477,6
14+026	14+078	-1000
14+175	14+243	1300
14+604	14+643	1500
14+928	14+964	-1500
16+179	16+434	495
16+470	16+567	1500
16+656	16+817	-425
17+266	17+375	700
17+716	17+798	1250
17+956	18+062	-840
18+174	18+276	1800
18+363	18+480	-700
18+632	18+755	550
18+924	19+040	487,6
19+148	19+190	-1500
19+305	19+407	1800
19+511	20+101	-317,4
20+289	20+698	312
20+719	20+859	1500
20+923	21+117	-300



Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Km inicial	Km final	Radio (m)
21+259	21+410	306,6
21+498	21+642	-600
21+826	22+037	-302,6
22+141	22+443	320
22+526	22+629	1800
22+718	22+828	-600
23+014	23+185	-900
23+989	24+137	-400
24+222	24+254	-300
24+291	24+325	300
24+553	24+588	2000
24+826	25+153	390
25+598	25+890	-800
26+391	26+615	802,6
26+631	26+676	-1600
26+789	26+891	1800
27+004	27+049	-1600
27+623	27+794	-700
28+040	28+103	2500
28+208	28+373	500
28+441	28+590	500
28+685	28+781	1800
28+863	28+963	-429,4
28+963	29+636	-687,45
29+771	29+866	1800
29+925	29+986	400
29+986	30+579	690
30+779	30+875	1800
30+990	31+036	-1600

Km inicial	Km final	Radio (m)
31+252	31+449	-702,6
31+573	31+636	1600
31+719	31+821	1800
32+103	32+240	-700
32+522	32+706	1200
33+517	33+667	-2000
34+169	34+214	5000
34+288	34+390	1800
34+499	34+559	1600
34+805	35+178	656,6
35+283	35+768	-815
36+712	36+987	-697,4
37+193	37+352	-600
37+645	37+759	1005,2
38+726	38+772	-1600
38+884	38+987	1800
39+113	39+622	1154
40+285	40+365	-1300
40+423	40+505	1300
40+706	40+786	1300
40+848	40+928	-1300
41+095	41+171	20000
41+376	41+437	-9997,4
42+269	42+544	-875
42+585	42+653	-3000
42+977	43+038	2000
43+359	43+473	-1500
43+546	43+627	1500

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**Tabla 3.** Estaciones

EUROPA

Estación	Pk lado europeo		Pk absoluto	
	Km inicial	Km final	Km inicial	Km final
Halkalı	27+671	27+446	-0+113	0+113
Mustafa Kemal	25+961	25+736	1+598	1+823
Küçükçekmece	23+698	23+473	3+861	4+086
Florya	21+267	21+042	6+291	6+516
Yeşilköy	17+737	17+512	9+821	10+046
Yeşilyurt	16+599	16+374	10+959	11+184
Atakoy	14+070	13+845	13+488	13+713
Bakirköy	12+716	12+491	14+842	15+067
Yenimahalle	11+956	11+731	15+602	15+827
Zeytinburnu	9+765	9+540	17+793	18+018
Kazlıçeşme	8+554	8+329	19+004	19+229

TÚNEL DEL BÓSFORO

Estación	Pk túnel		Pk absoluto	
	Km inicial	Km final	Km inicial	Km final
Yenikapi	3+840	4+065	22+664	22+889
Sirkeci	6+231	6+456	25+055	25+280
Üsküdar	13+500	13+725	32+324	32+549

ASIA

Estación	Pk lado asiático		Pk absoluto	
	Km inicial	Km final	Km inicial	Km final
Söğütlüçeşme	1+594	1+819	33+629	33+854
Feneryolu	3+314	3+539	35+349	35+574
Göztepe	4+487	4+712	36+521	36+746
Erenköy	6+101	6+326	38+136	38+361
Suadiye	7+639	7+864	39+674	39+899
Bostancı	8+858	9+083	40+893	41+118
Küçükyali	10+294	10+519	42+329	42+554
İdealtepe	11+594	11+819	43+629	43+854
Süreyya Plajı	13+105	13+330	45+140	45+365
Maltepe	14+149	14+374	46+184	46+409
Cevizli	16+401	16+626	48+436	48+661
Atalar	18+109	18+334	50+144	50+369
Basak	19+238	19+463	51+273	51+498
Kartal	20+690	20+915	52+725	52+950
Yunus	22+460	22+685	54+494	54+719

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

Estación	Pk lado asiático		Pk absoluto	
	Km inicial	Km final	Km inicial	Km final
Pendik	24+325	24+550	56+360	56+585
Kaynarca	27+721	27+946	59+756	59+981
Tersane	28+611	28+836	60+646	60+871
Güzelyali	29+672	29+897	61+707	61+932
Aydintepe	30+704	30+929	62+739	62+964
İçmeler	31+648	31+873	63+683	63+908
Tuzla	34+217	34+442	66+252	66+477
Çayırova	37+906	38+131	69+941	70+166
Fatih	38+818	39+043	70+853	71+078
Osmangazi	40+486	40+711	72+521	72+746
Gebze	43+610	43+835	75+645	75+870

## A.2. . CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL RODANTE

Dos tipos de material rodante se consideran en este estudio:

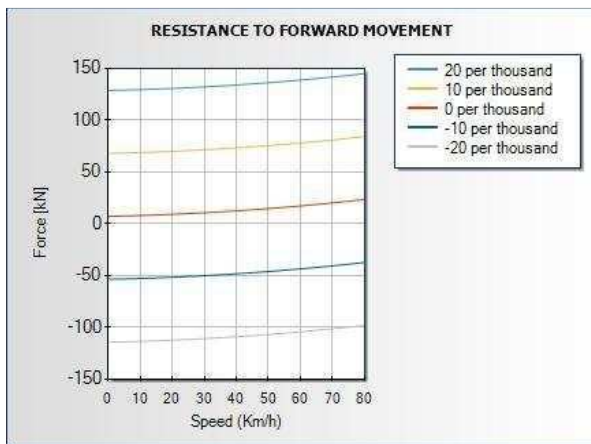
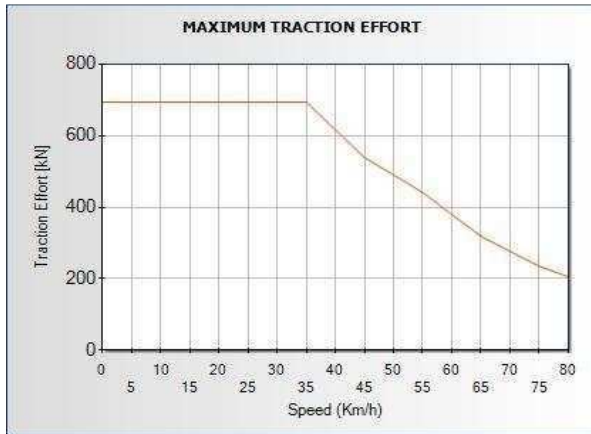
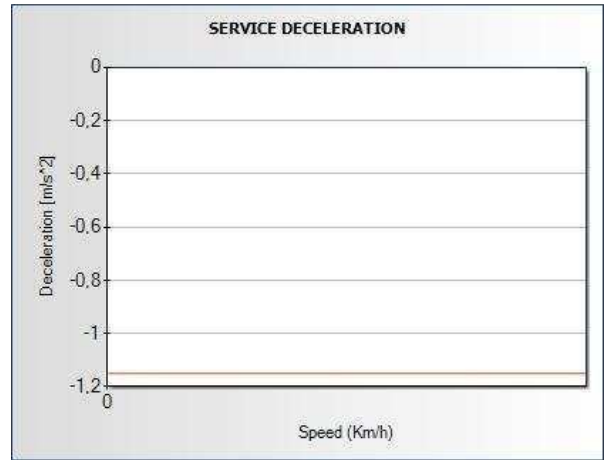
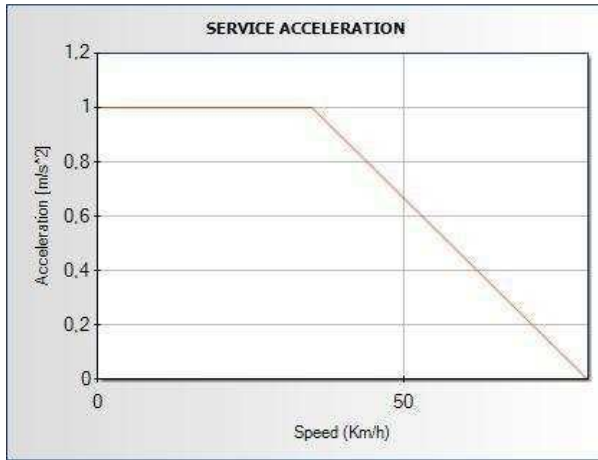
- Trenes CR (Commuter Rail), que circulan a lo largo de toda la línea (Lado europeo, túnel del Bósforo y lado asiático).
- Trenes IC (Inter City), que en hora punta únicamente circulan por el lado europeo y por el lado asiático (no circulan a través del túnel del Bósforo).

Las características principales de los trenes CR son las siguientes:

- Curva de resistencia al avance:  $A + BV + CV^2$ :  $14,01 + 0,2646 V + 0,0019 V^2$  (N/tonelada), (ver gráficos)
- Velocidad máxima: 80 km/h
- Aceleración: 1 m/s<sup>2</sup>
- Deceleración de servicio: 1.15 m/s<sup>2</sup>
- Velocidad a la que únicamente actúa el freno neumático: 10 km/h
- Rendimiento de regeneración: 80%
- Tensión nominal: 25 kV
- Potencia nominal: 6746 kW
- Curva par-velocidad (ver gráficos)
- Curva freno-velocidad (ver gráficos)
- Curva de rendimiento electromecánico (ver gráficos)
- Composición de los trenes : 10 coches (Mc1-T1-M1-M2-T1-M2-T2-M1-T1-Mc2)
- Tara: 403,094 toneladas
- Peso completamente cargado: 620,279 toneladas
- Longitud: 225,2 m
- Nº de ejes: 24 (4 ejes por coche motor)
- Potencia consumida por los servicios auxiliares: 674,6 kW

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Curvas principales de los trenes CR:



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

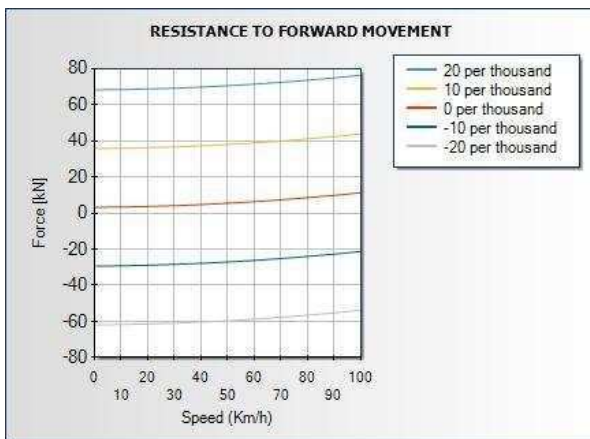
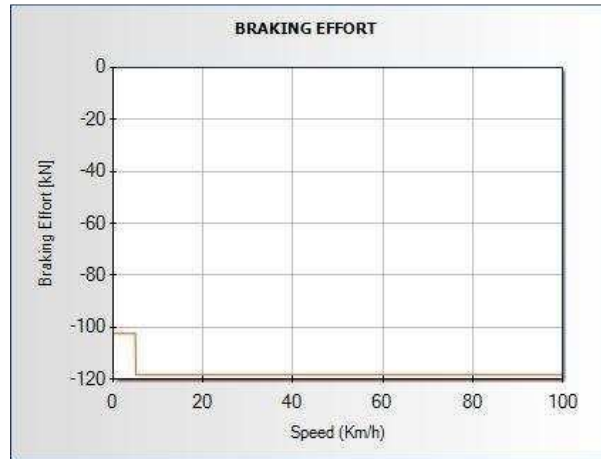
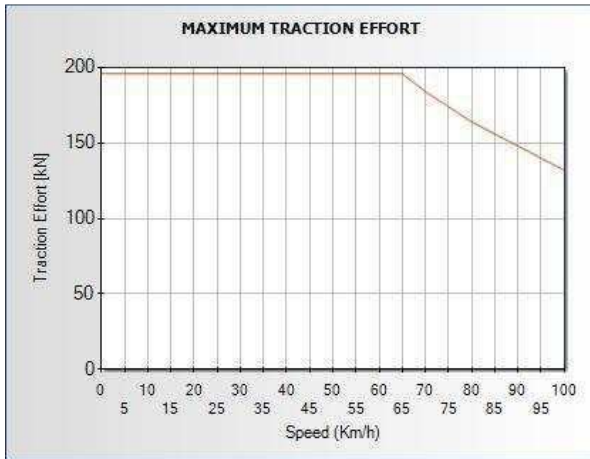
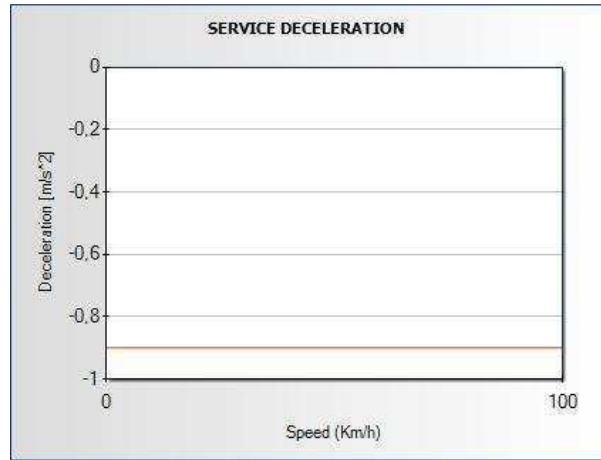
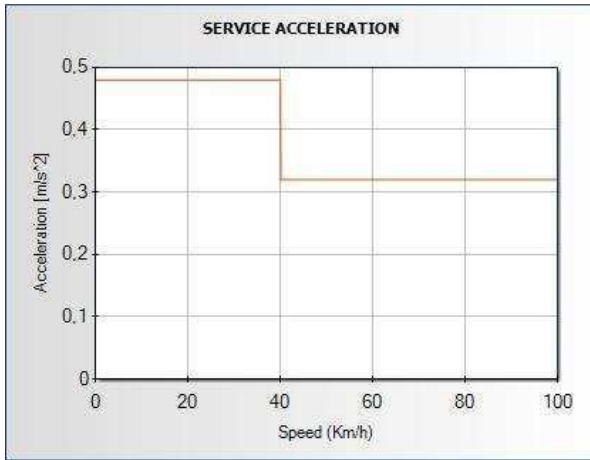
---

Las características principales de los trenes IC (Inter City) son:

- Curva de resistencia al avance  $A + BV + CV^2$ :  $14,01 + 0,2646 V + 0,0019 V^2$  (N/tonelada), (ver gráficos)
- Velocidad máxima: 100 km/h
- Aceleración: 0,48 m/s<sup>2</sup>
- Deceleración de servicio: 0,9 m/s<sup>2</sup>
- Velocidad a la que únicamente actúa el freno neumático: 10 km/h
- Rendimiento de regeneración: 80%
- Tensión nominal: 25 kV
- Potencia nominal: 3538 kW
- Curva par-velocidad (ver gráficos)
- Curva freno-velocidad (ver gráficos)
- Curva de rendimiento electromecánico (ver gráficos)
- Composición del tren: 6 coches (2M4T)
- Peso completamente cargado: 332,13 toneladas
- Longitud: 158,92 m
- Nº de ejes: 8 (4 ejes por coche motor)
- Potencia consumida por los servicios auxiliares: 312 kW

Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Curvas principales de los trenes IC:





Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

---

### A.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRIFICACIÓN

La siguiente tabla muestra el kilometraje y la potencia de las subestaciones de tracción (SST)

LADO	NOMBRE	PK	POTENCIA NOMINAL
EUROPA	HALKALI	27+000	2 x 15 MVA
	VELIFENDI	10+850	3 x 30 MVA
ASIA	KADIKOY	1+293	2 x 30 MVA
	IDEALTEPE	12+190	2 x 25 MVA
	PENDIK	24+150	2 x 25 MVA
	OSMANGAZI	39+800	2 x 15 MVA

Las zonas neutras (ZN) se muestran en la tabla siguiente:

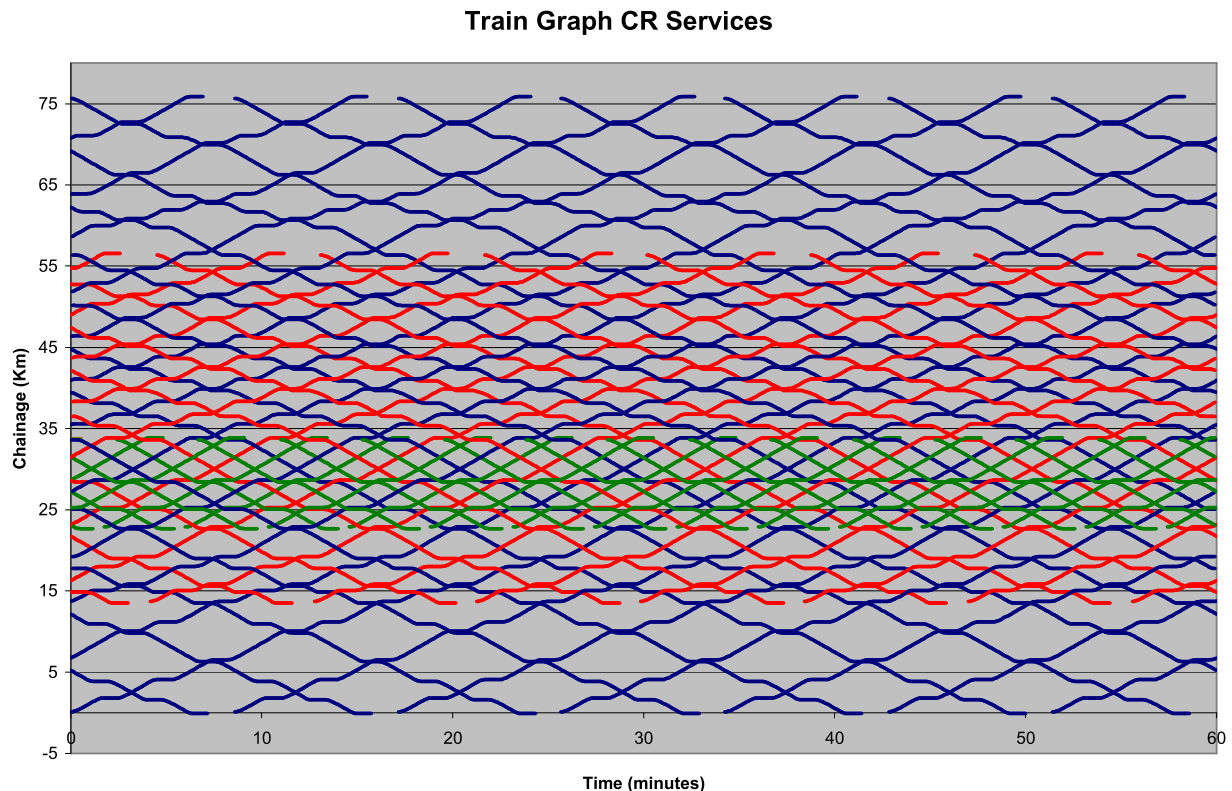
LADO	NOMBRE	PK
Europa	VELIFENDI	10+850
	NZ	18+925
	HALKALI	27+000
Túnel	NZ	9+100
Asia	KADIKOY	24+150
	NZ	39+800
	IDEALTEPE	1+293
	NZ	7+213
	PENDIK	12+190
	NZ	18+000
	OSMANGAZI	24+150

#### A.4. MALLAS DE CIRCULACIÓN

Las mallas de circulación muestran la circulación de los trenes en la línea en una hora determinada y en los intervalos planeados. En las siguientes figuras (una para los trenes CR y dos para los trenes IC) se representan las mallas para la situación de hora punta. Los detalles de esta situación se pueden encontrar en el capítulo **3.1 CRITERIOS OPERACIONALES DE DISEÑO**.

El eje de abscisas muestra el tiempo mientras que el de ordenadas muestra el kilometraje. Cada línea que se muestra representa la circulación de un tren. Es posible ver cómo los trenes paran en las estaciones durante 45 segundos en el caso de los trenes CR. Estos gráficos muestran el número de trenes que circulan en cualquier tiempo determinado y su localización exacta.

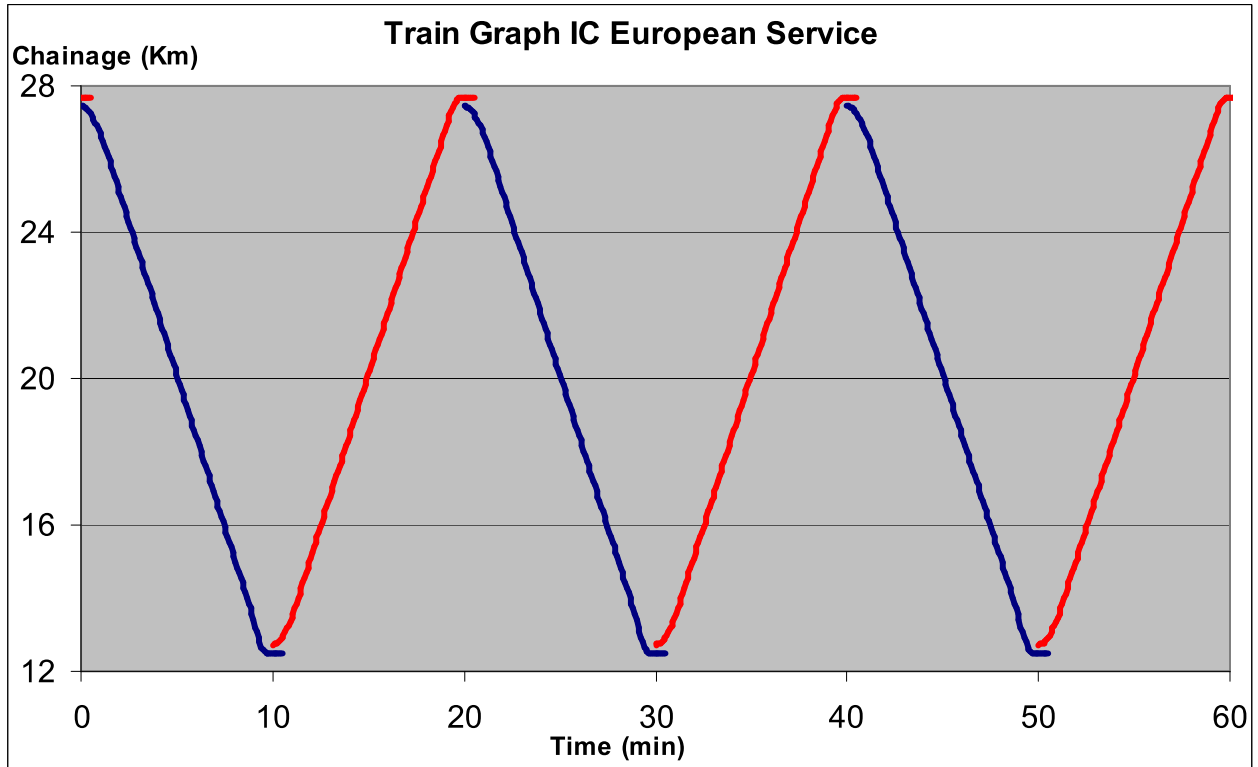
Para la malla de circulación de las marchas de trenes CR se han utilizado tres colores: Las líneas azules son los trenes que hacen el recorrido completo entre las estaciones de Halkali y Gebze, las líneas rojas son los trenes que circulan entre Atakoy y Pendik, y las líneas verdes representan los trenes que circulan entre Yenikapi y Söğütluçeşme (28 trenes por hora y sentido).



Las mallas de circulación para los trenes IC están separadas en lado europeo y lado asiático. Se ha supuesto que circulan 3 trenes por sentido y hora en cada uno de los dos tramos.

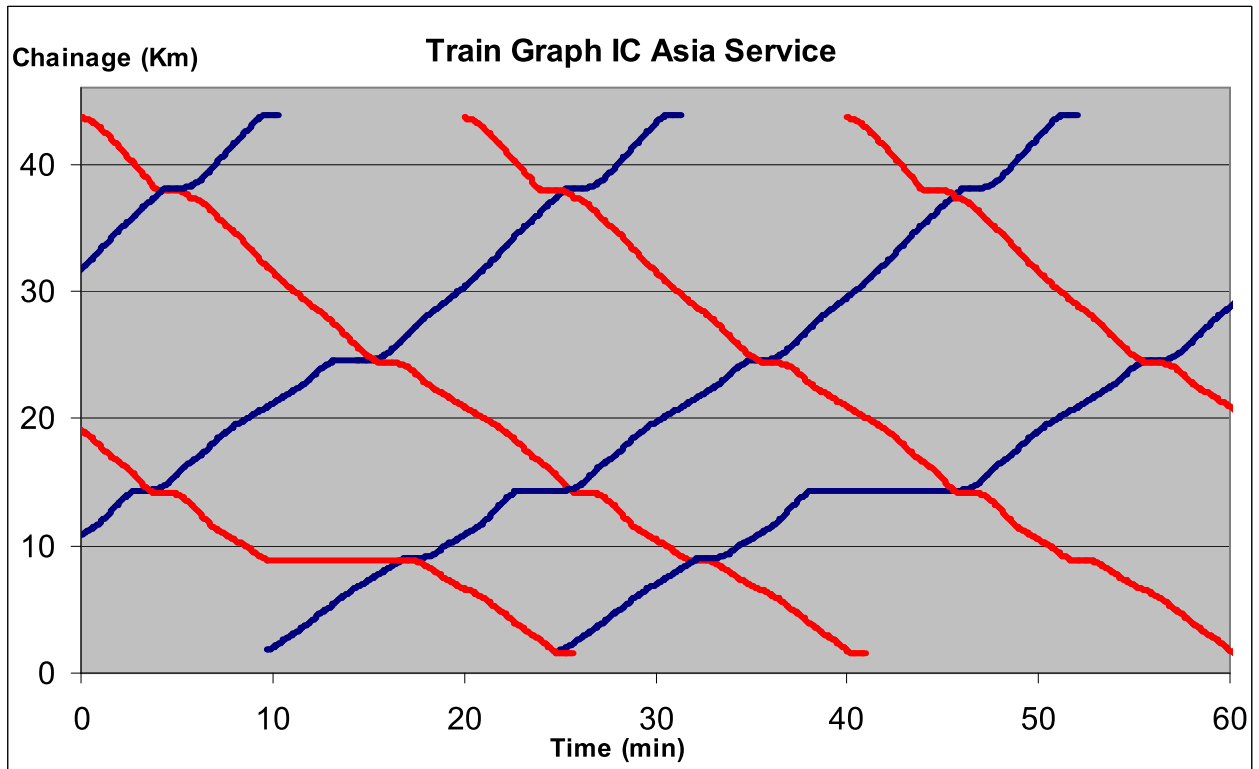
Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Los trenes en el lado europeo circulan entre las estaciones de Halkali y Bakirköy, sin realizar ninguna parada intermedia. El tiempo de parada en las estaciones es de 45 segundos.



Los trenes en el lado asiático circulan entre las estaciones de Söğütlüçeşme y Gebze con paradas intermedias en Bostancı, Maltepe, Pendik y Çayırova. El tiempo de parada en las estaciones se indica en el apartado **3.1 CRITERIOS OPERACIONALES DE DISEÑO** (Tabla 3. Tiempo de parada de los trenes IC en el lado asiático).

Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze



## B. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

### B.1. SIMULACIÓN DE MARCHAS

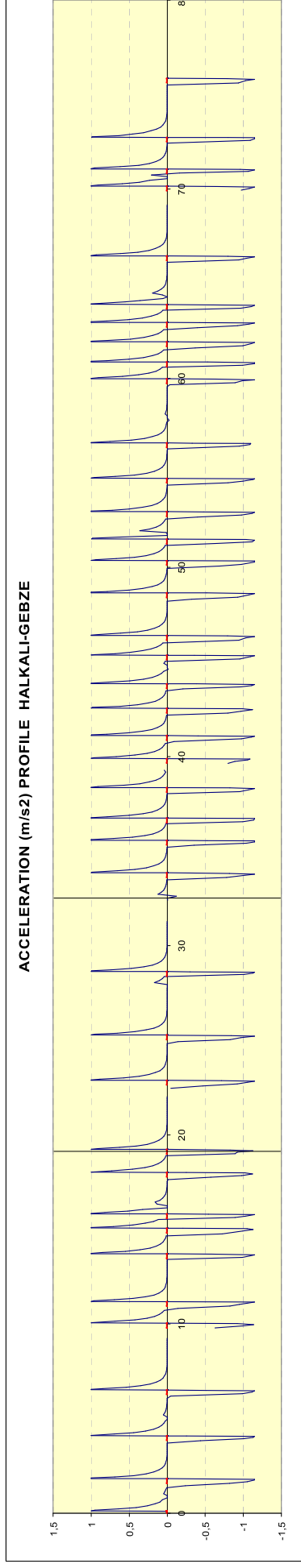
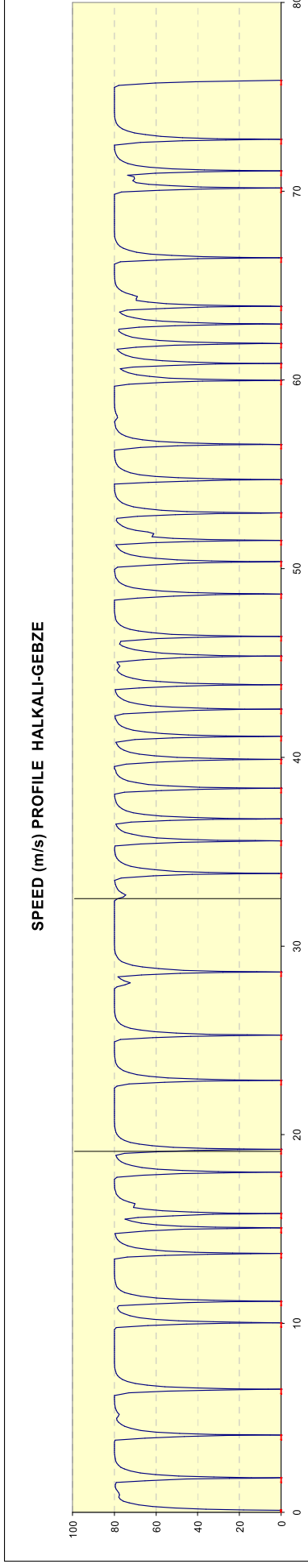
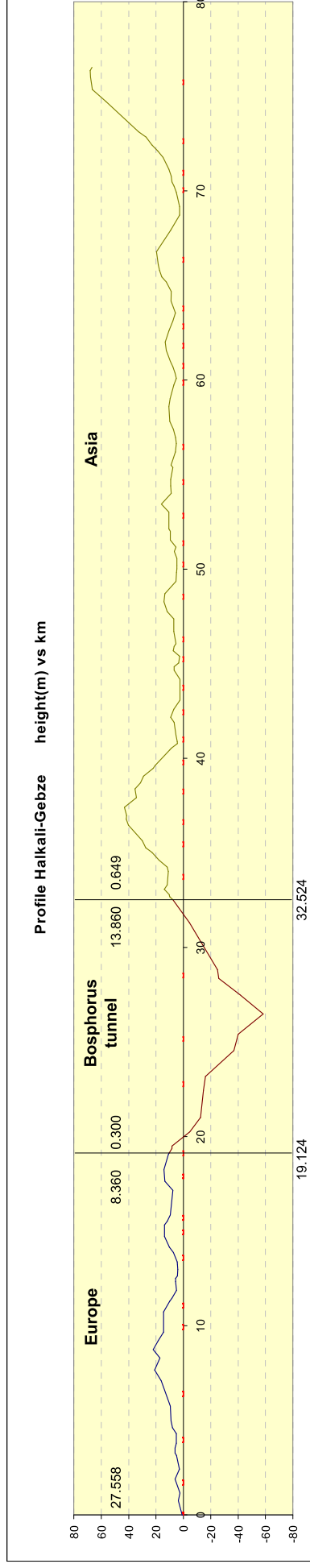
Los gráficos siguientes muestran las variables características de la circulación de los trenes a lo largo de la línea. Los primeros gráficos corresponden a la operación de un tren CR en ambos sentidos de la ruta Halkali – Gebze.

Los segundos y terceros gráficos se refieren a las operaciones de un tren IC en ambos sentidos en las rutas Halkali – Bakirköy y Söğütlüçeşme – Gebze respectivamente.

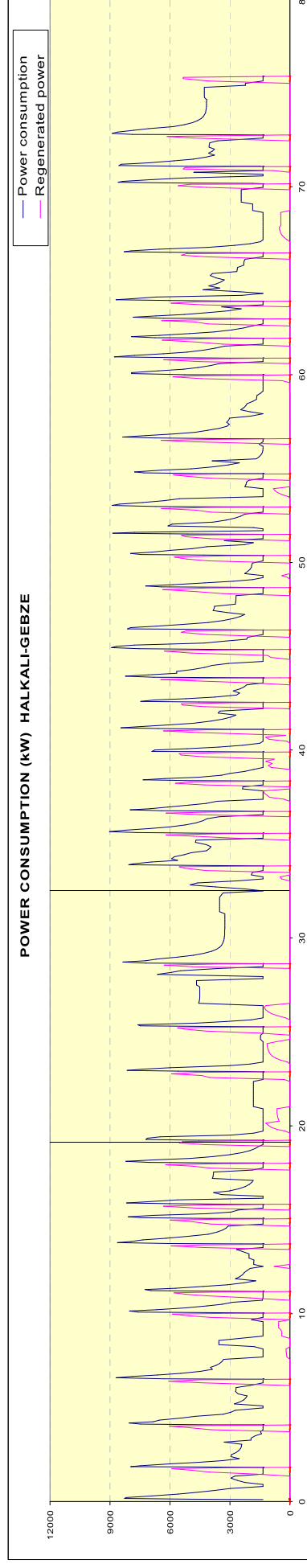
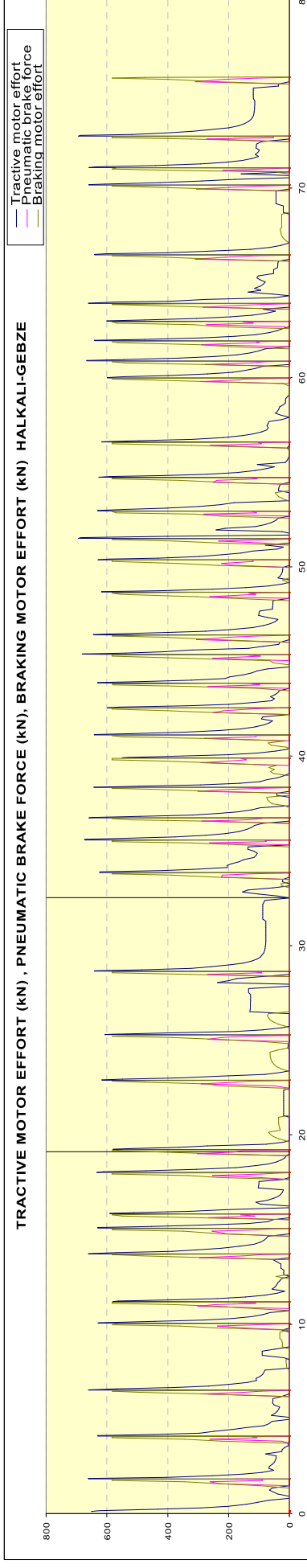
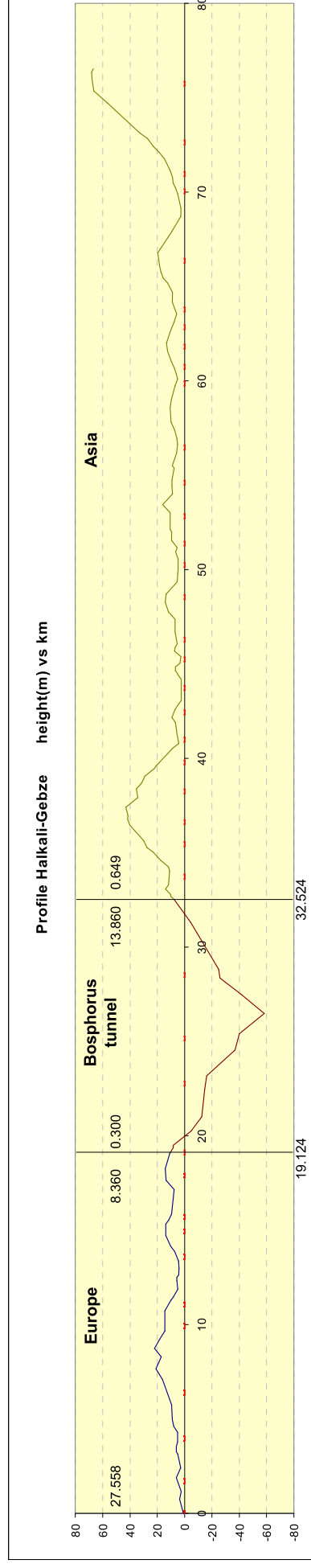
El eje de abscisas muestra la posición del tren en km a lo largo de la línea. Para cada punto kilométrico (Pk), se representan las siguientes variables:

- **Perfil de velocidad:** Se representa en km/h. En este gráfico se puede observar en qué partes el tren alcanza la velocidad máxima y cuándo el tren se encuentra en una estación, con una velocidad de 0 km/h.
- **Aceleración:** Se muestra en  $m/s^2$  y se identifica con el valor de ordenadas. Los valores de aceleración varían para los trenes CR entre  $1 m/s^2$  y el freno de servicio hasta  $1,5 m/s^2$ , y para los trenes IC estos valores varían entre  $0,48 m/s^2$  y el freno de servicio hasta  $0,9 m/s^2$ .
- **Esfuerzo motor de tracción, Esfuerzo motor de frenado y fuerza del freno neumático:** En las que se muestra la fuerza de tracción y de frenado (tanto motor como neumática) para cada punto de la línea.
- **Consumo de potencia:** Donde se muestra la potencia consumida por el tren y/o la potencia regenerada en cada punto de la línea.

**PERFILES DE ACELERACIÓN Y VELOCIDAD: HALKALI – GEBZE TREN CR**

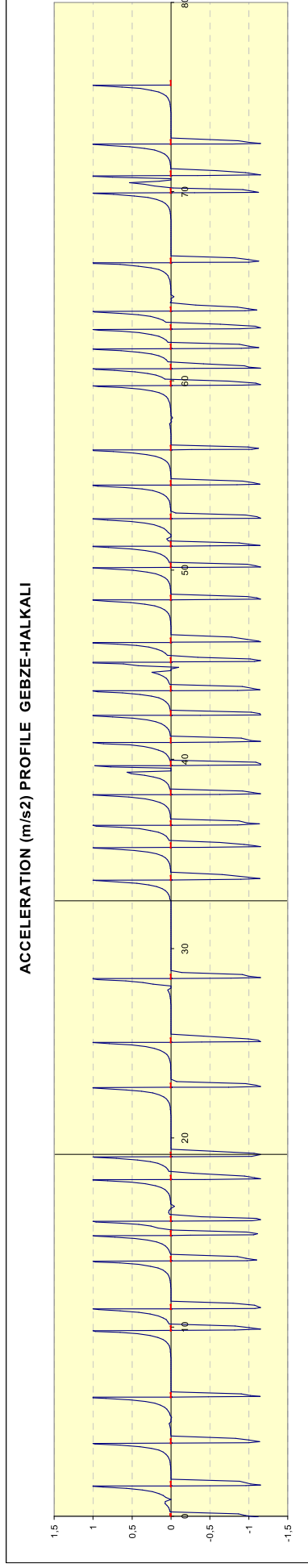
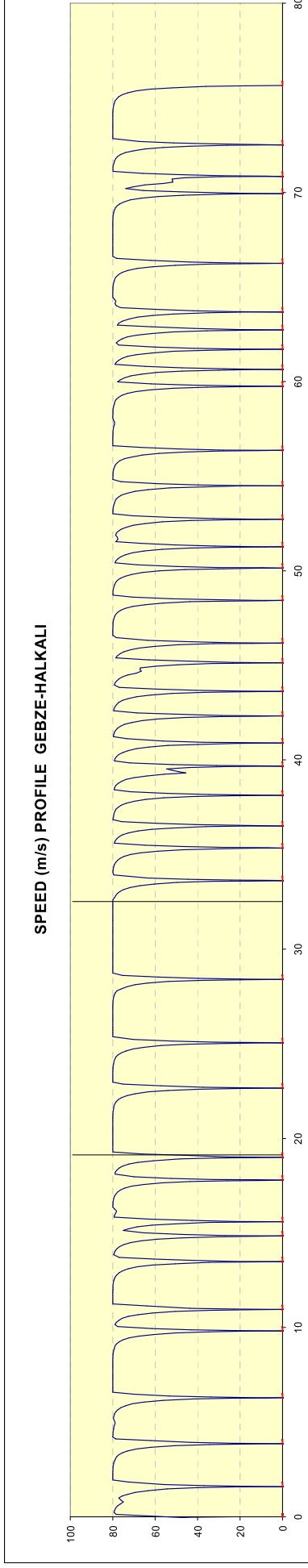
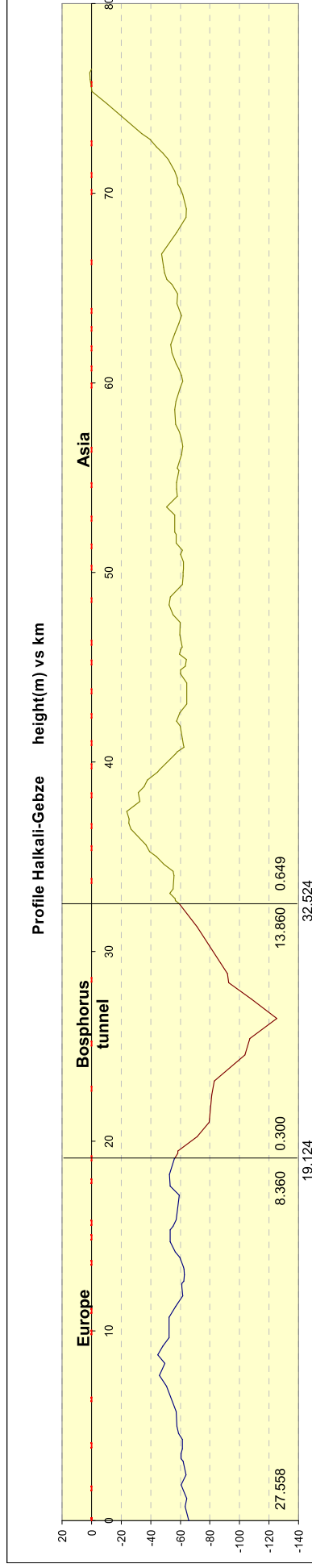


## RESULTADOS DE CONSUMO DE POTENCIA: HALKALI – GEBZE TRENES CR

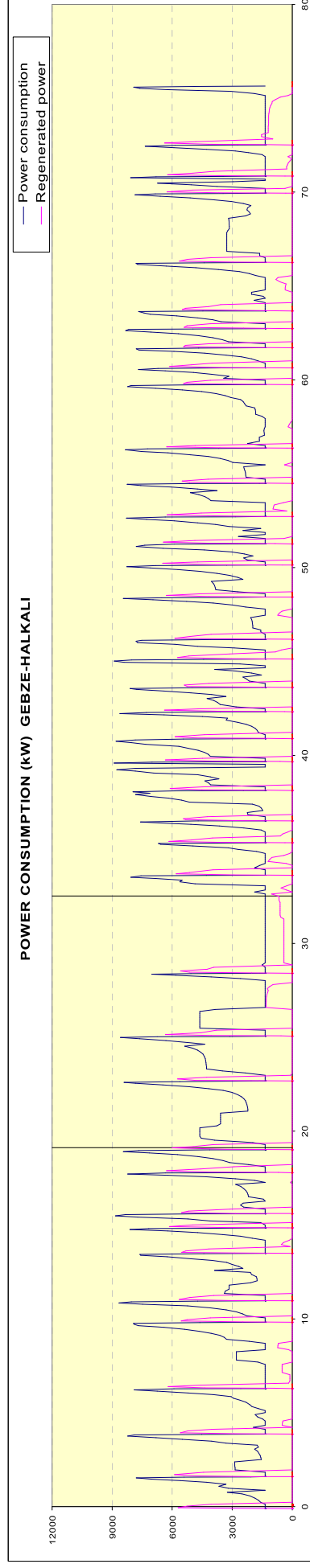
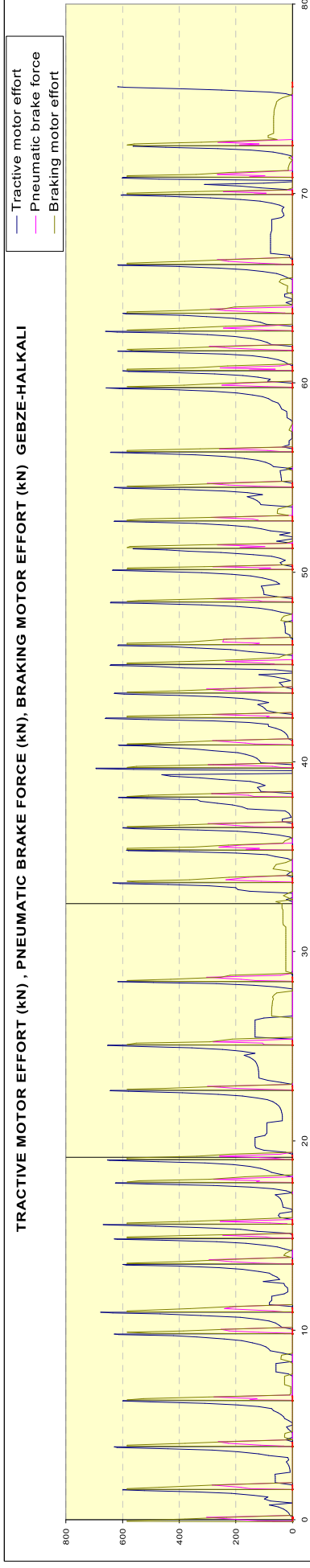
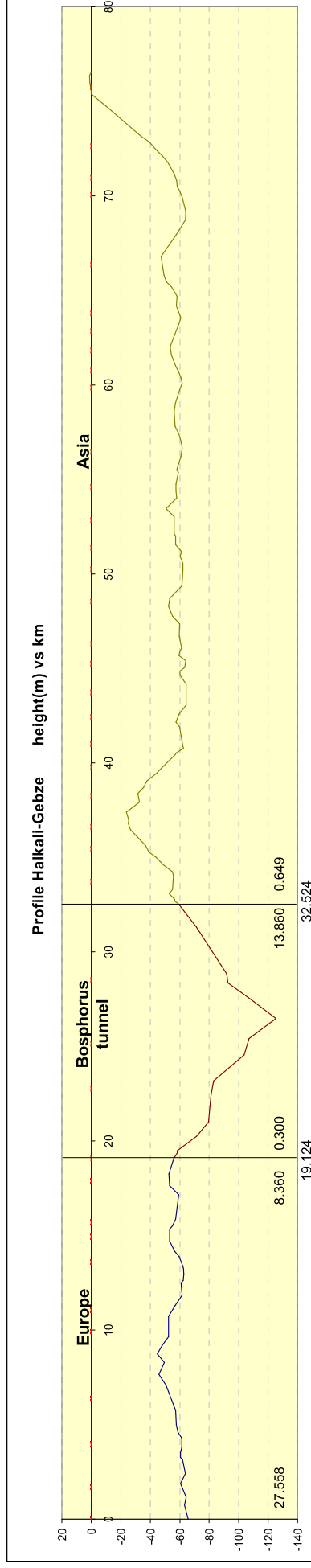




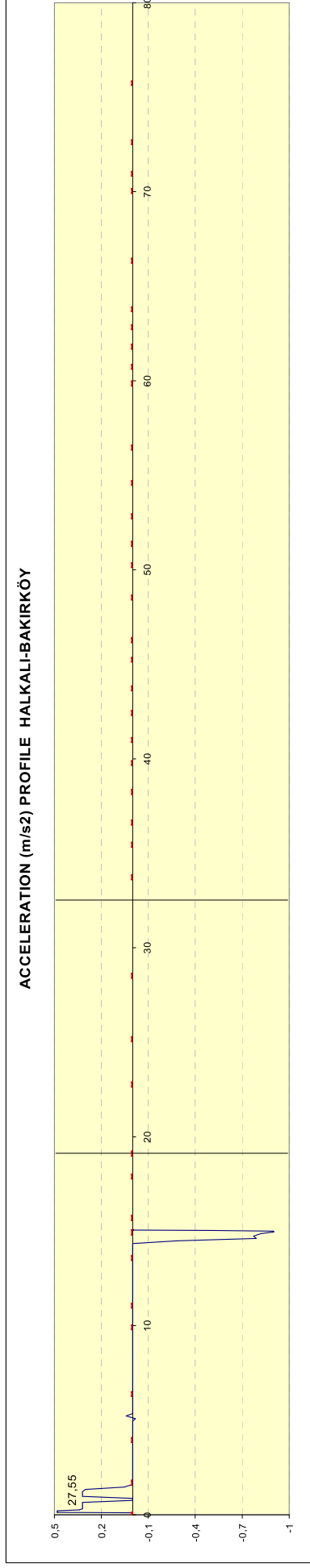
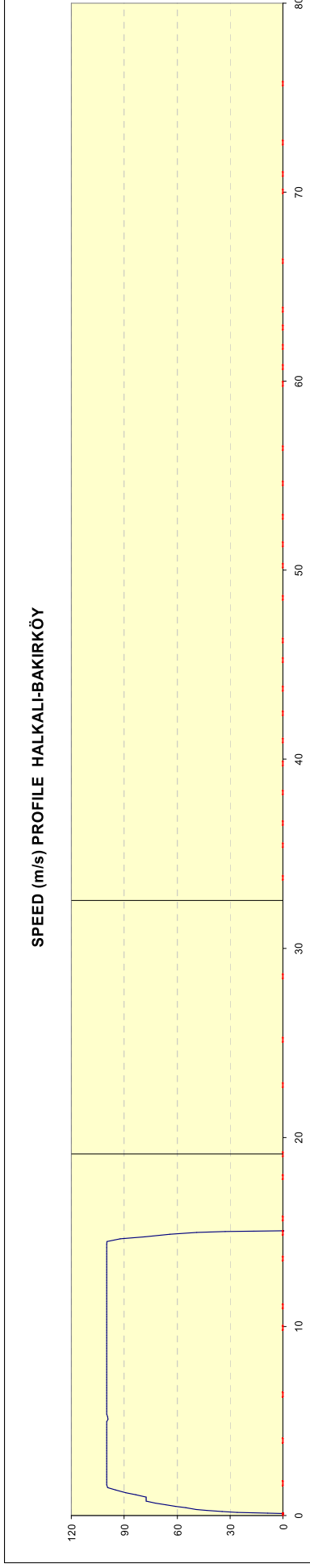
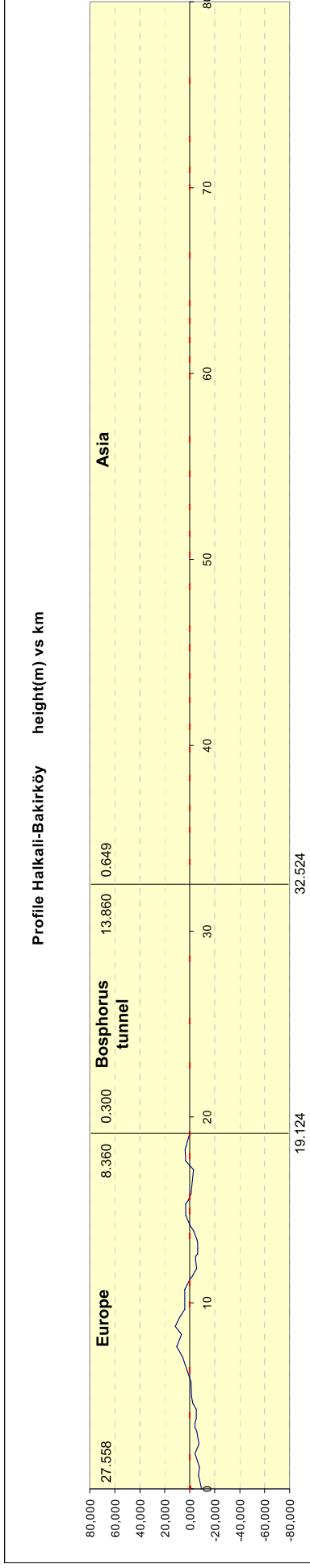
**PERFILES DE ACELERACIÓN Y VELOCIDAD: GEBZE – HALKALI TREN CR**



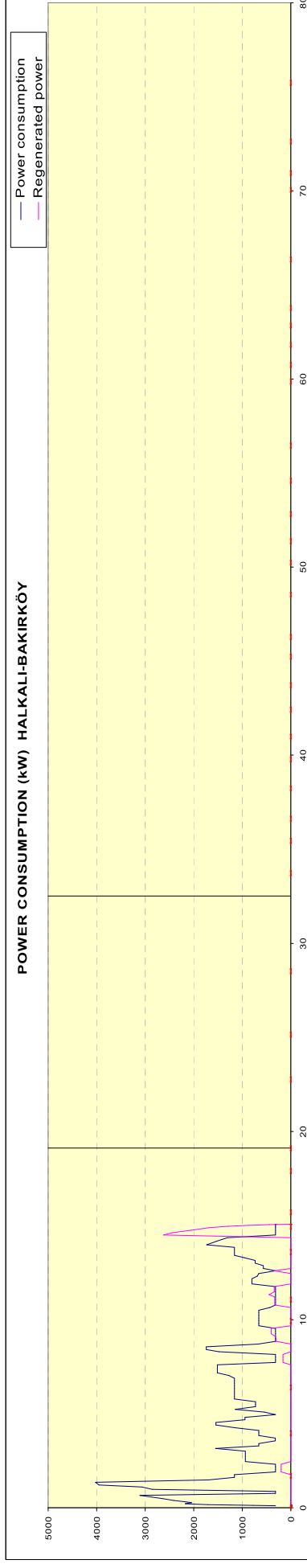
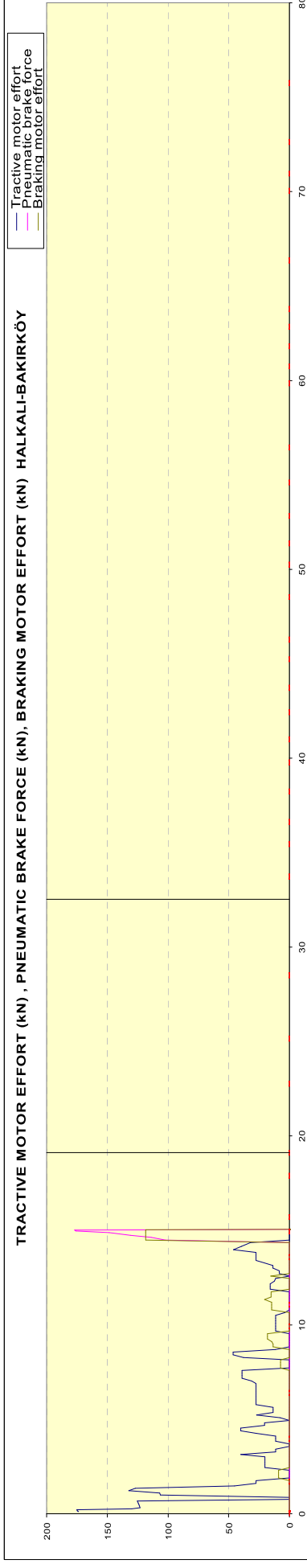
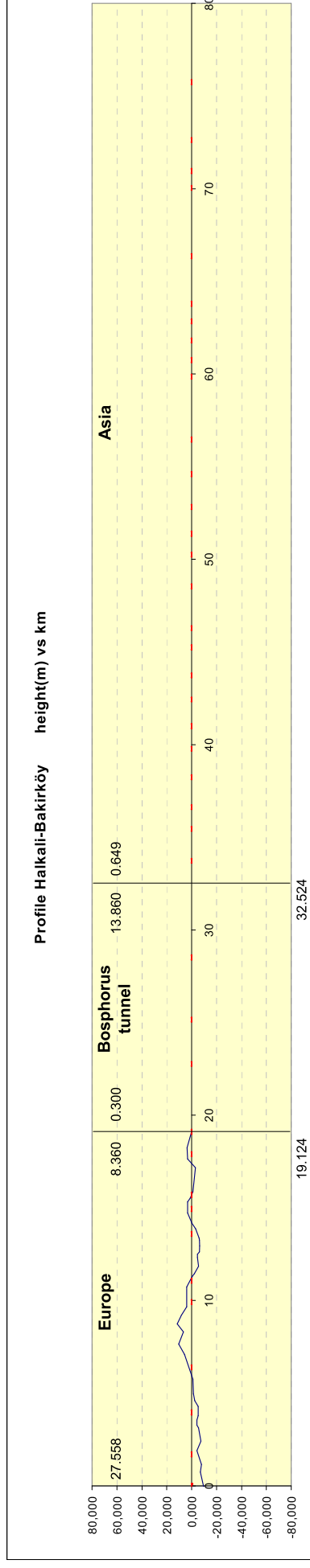
**RESULTADOS DE CONSUMO DE POTENCIA: GEBZE – HALKALI TRENES CR**



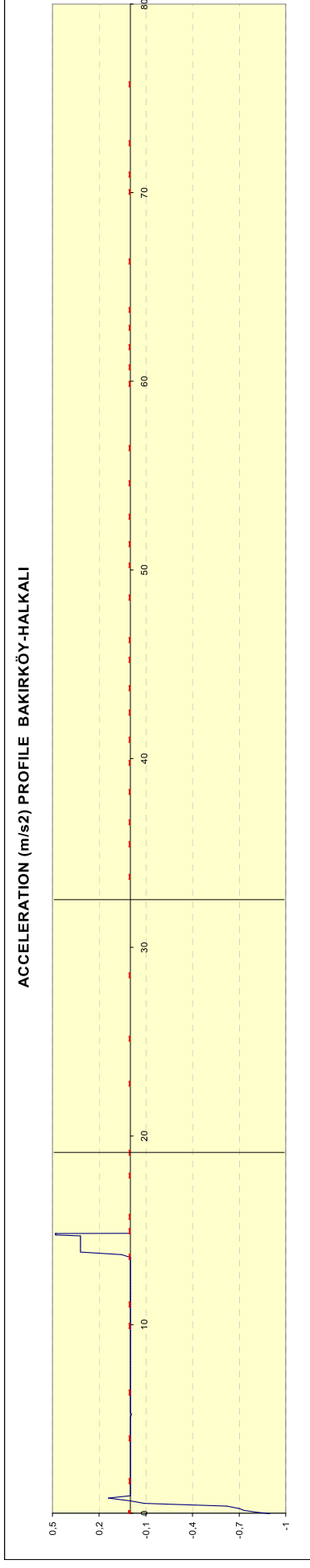
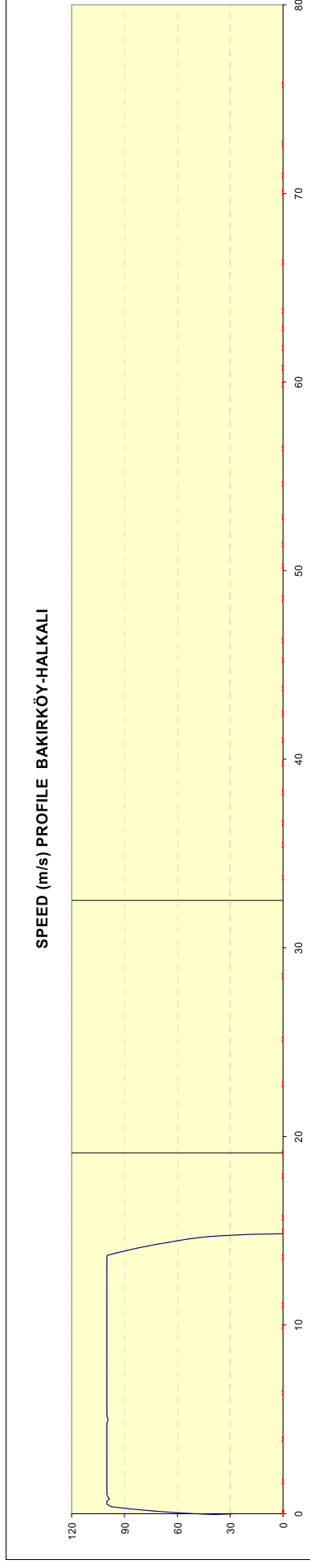
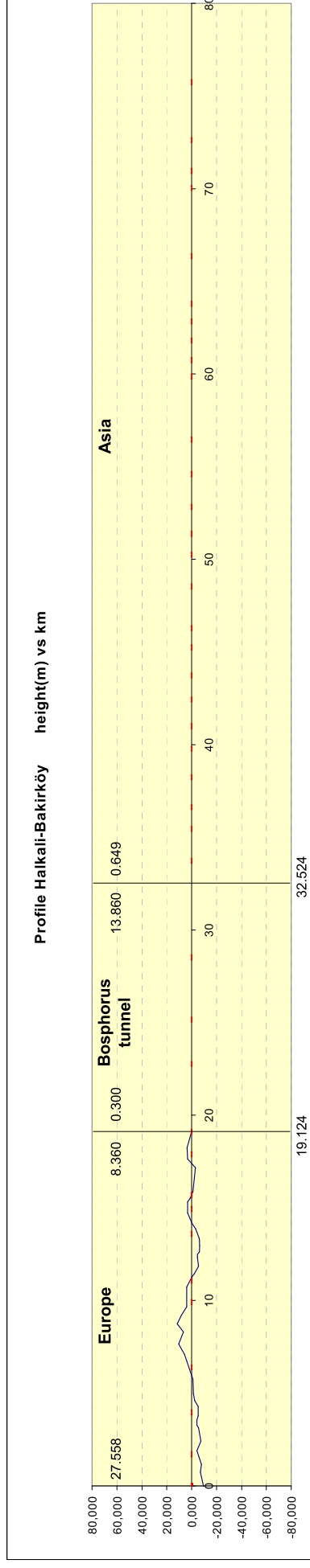
**PERFILES DE ACELERACIÓN Y VELOCIDAD: HALKALI – BAKIRKÖY TRENES IC**



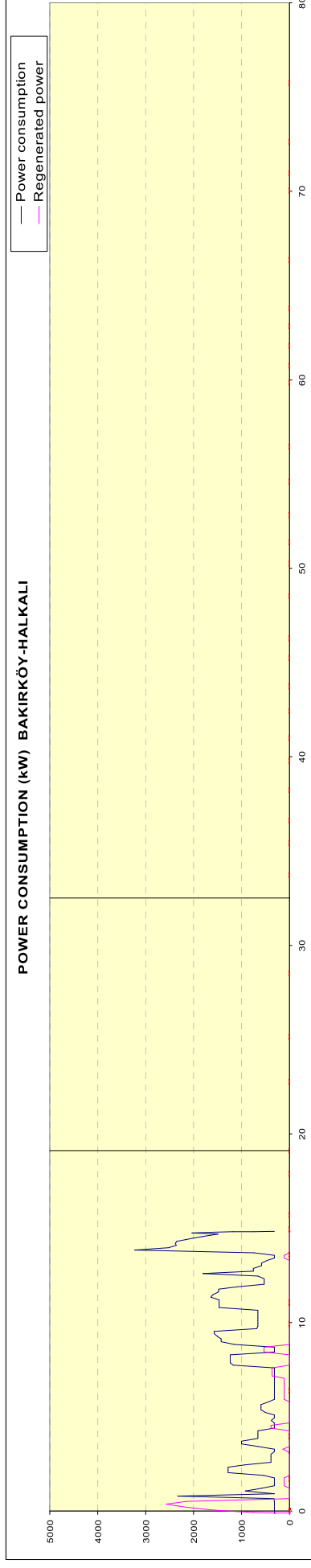
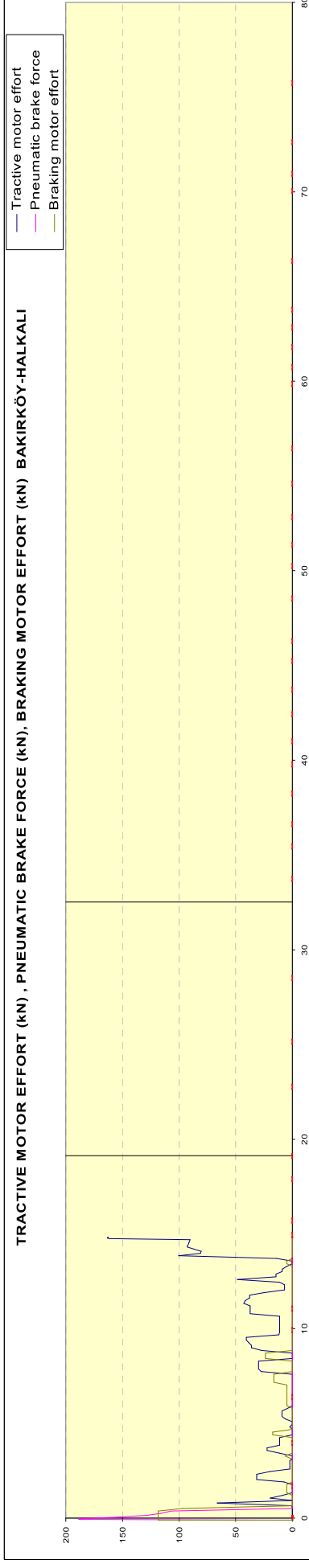
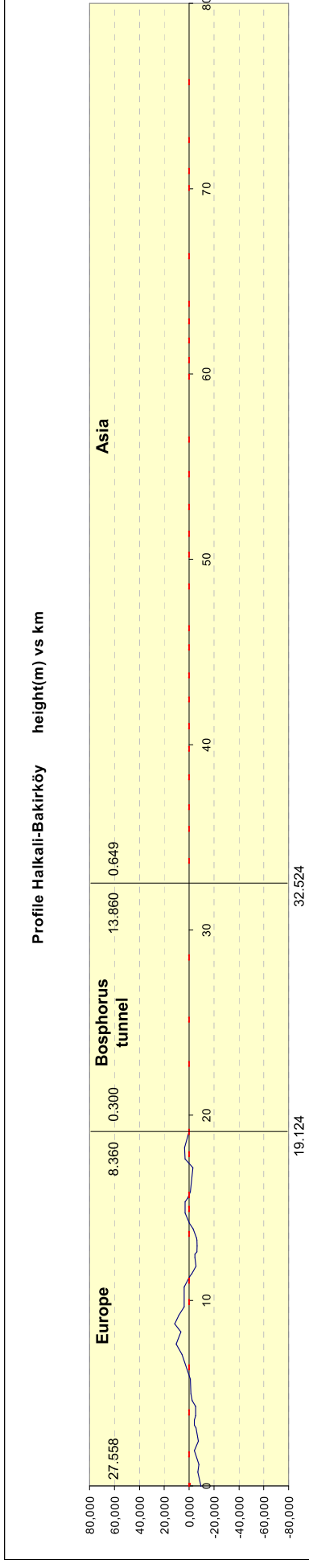
## RESULTADOS DE CONSUMO DE POTENCIA: HALKALI – BAKIRKÖY TRENES IC



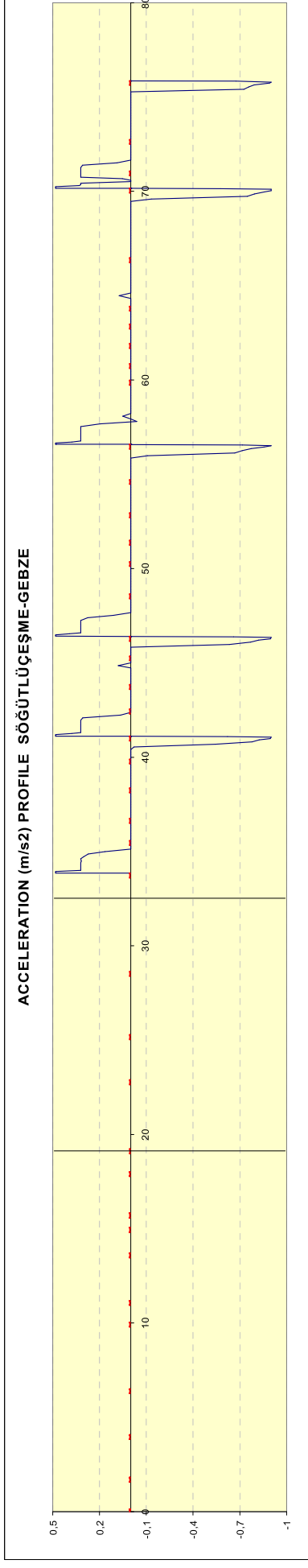
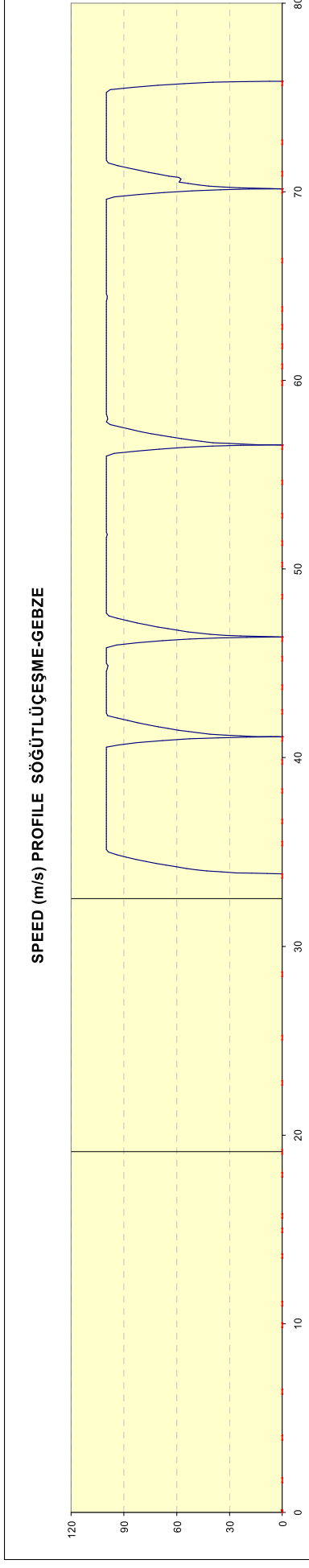
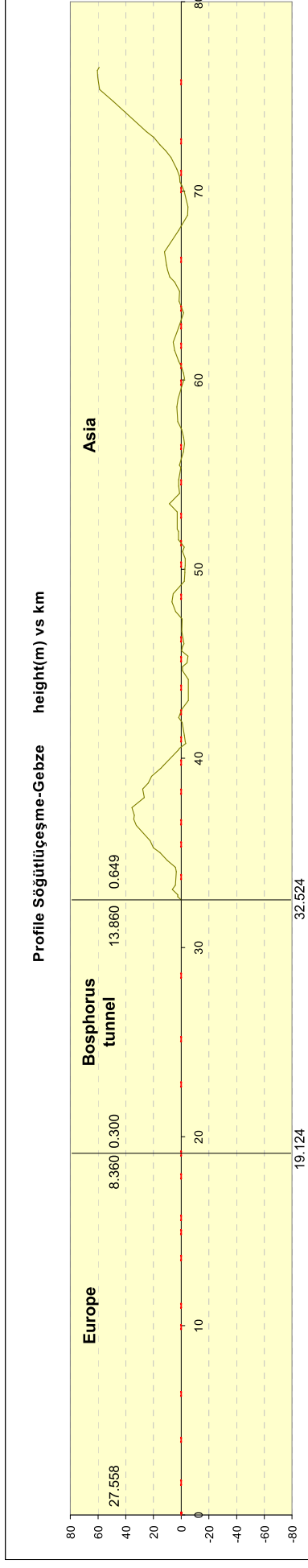
**PERFILES DE ACELERACIÓN Y VELOCIDAD: BAKIRKÖY – HALKALI TRENES IC**



### RESULTADOS DE CONSUMO DE POTENCIA: BAKIRKÖY – HALKALI TRENES IC

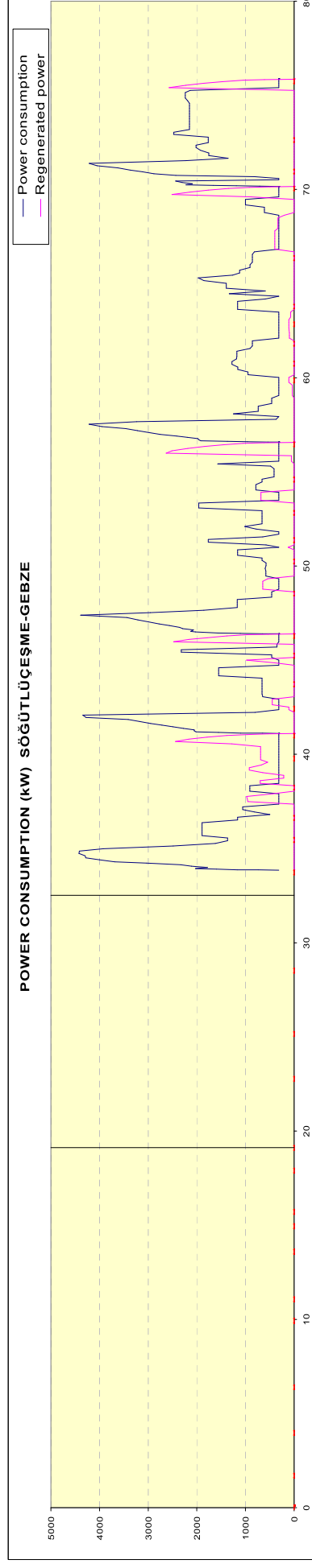
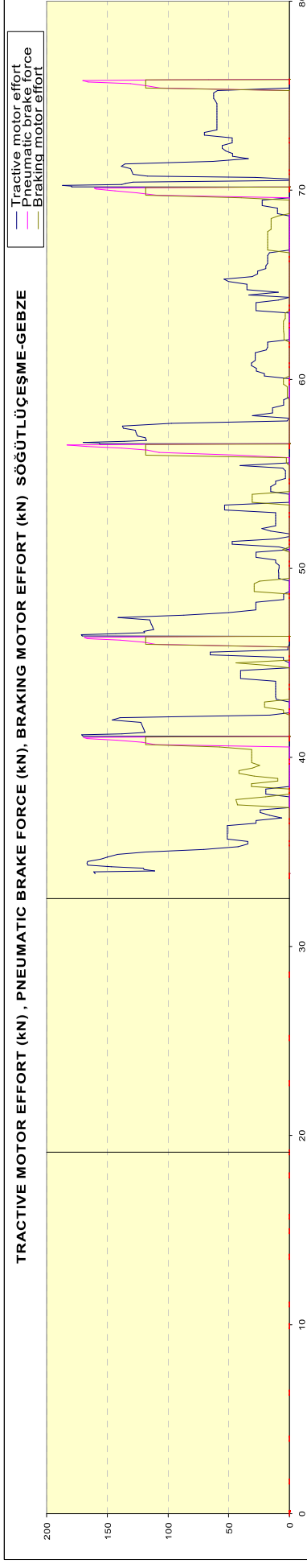
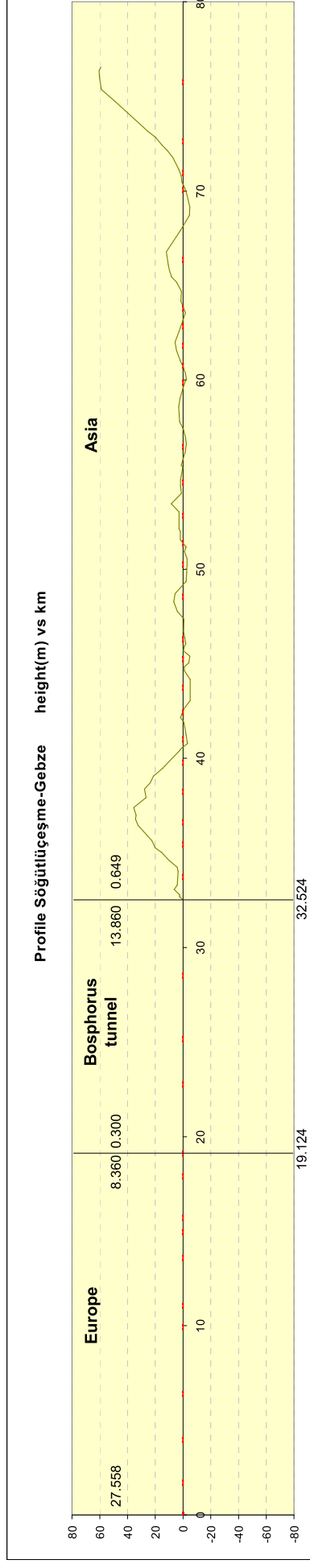


**PERFILES DE ACELERACIÓN Y VELOCIDAD: SÖĞÜTLÜÇEŞME – GEBZE TRENES IC**

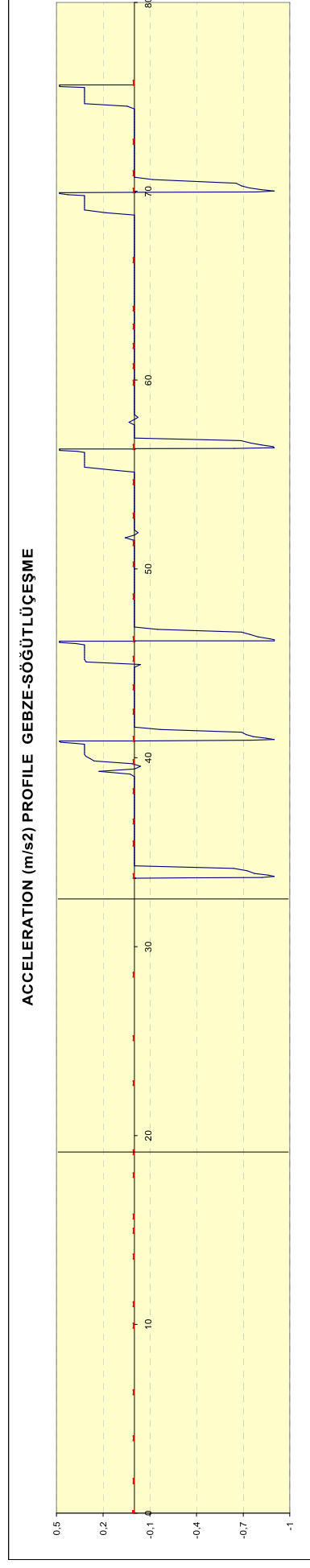
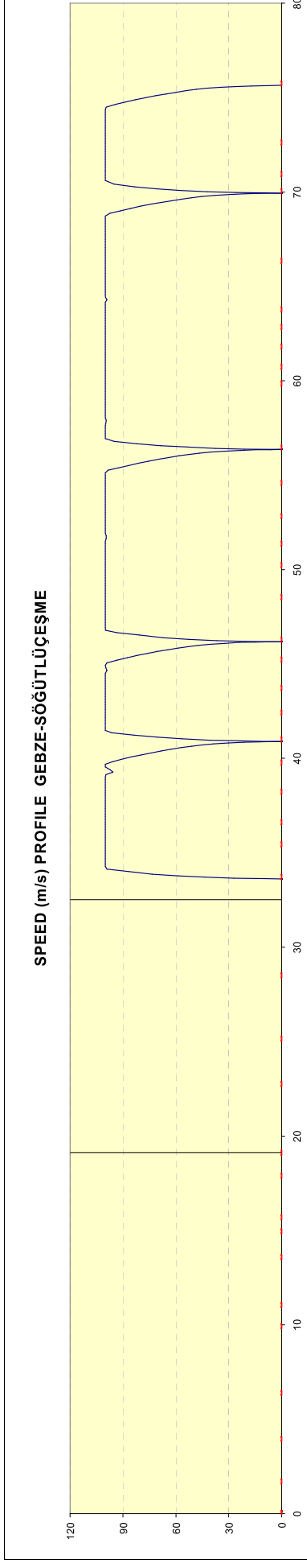
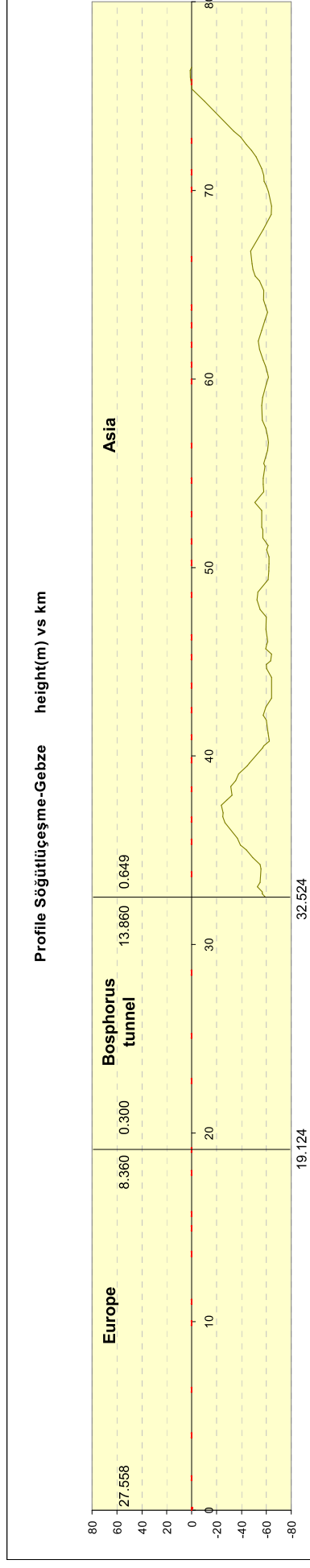




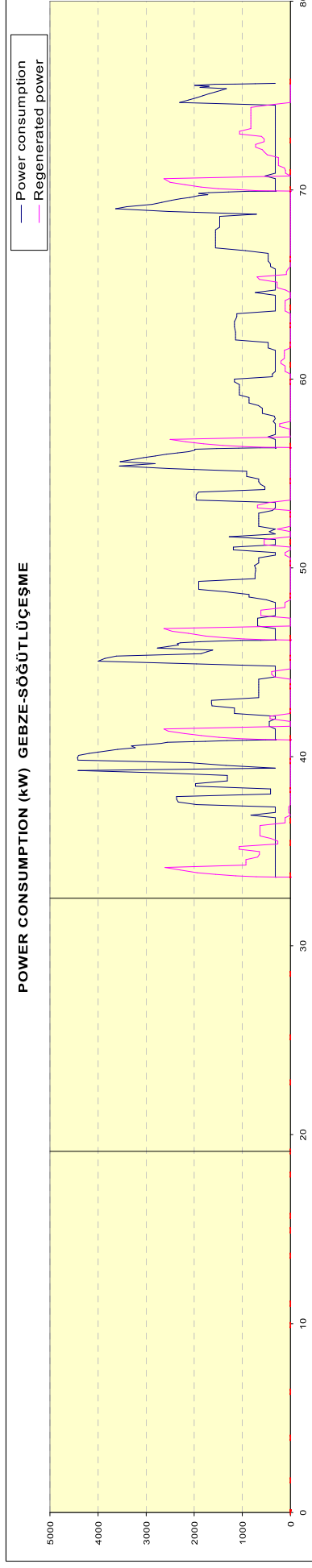
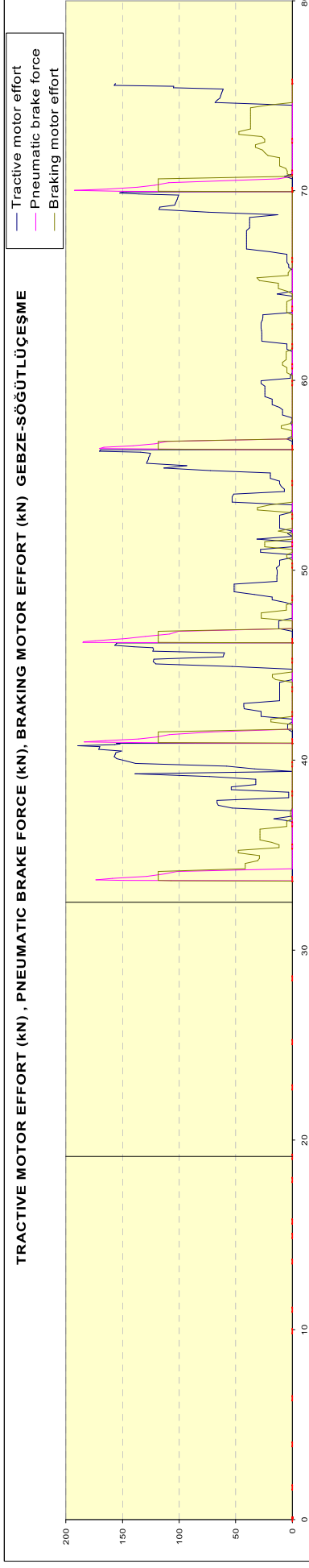
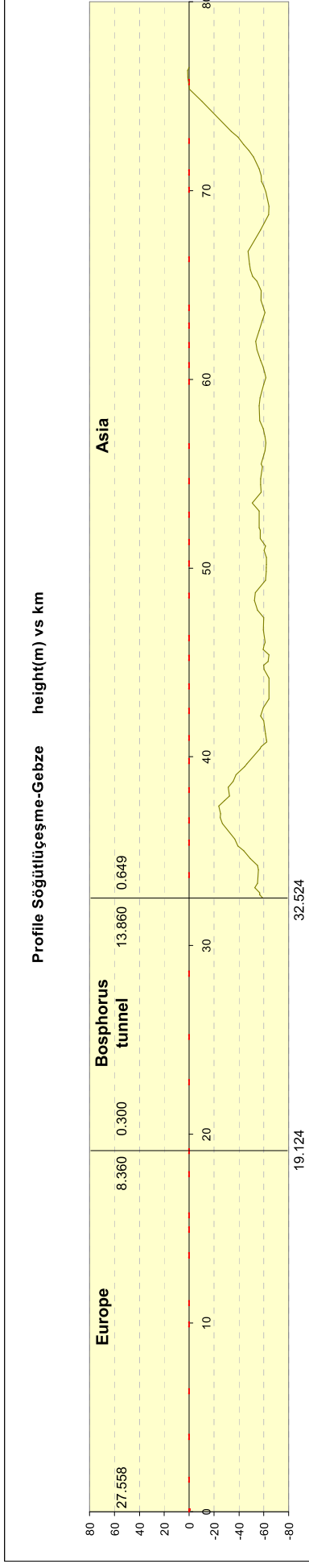
## RESULTADOS DE CONSUMO DE POTENCIA: SÖĞÜTLÜÇEŞME – GEBZE TRENES IC



**PERFILES DE ACELERACIÓN Y VELOCIDAD: GEBZE – SÖĞÜTLÜÇEŞME TRENES IC**



## RESULTADOS DE CONSUMO DE POTENCIA: GEBZE – SÖĞÜTLÜÇEŞME TRENES IC

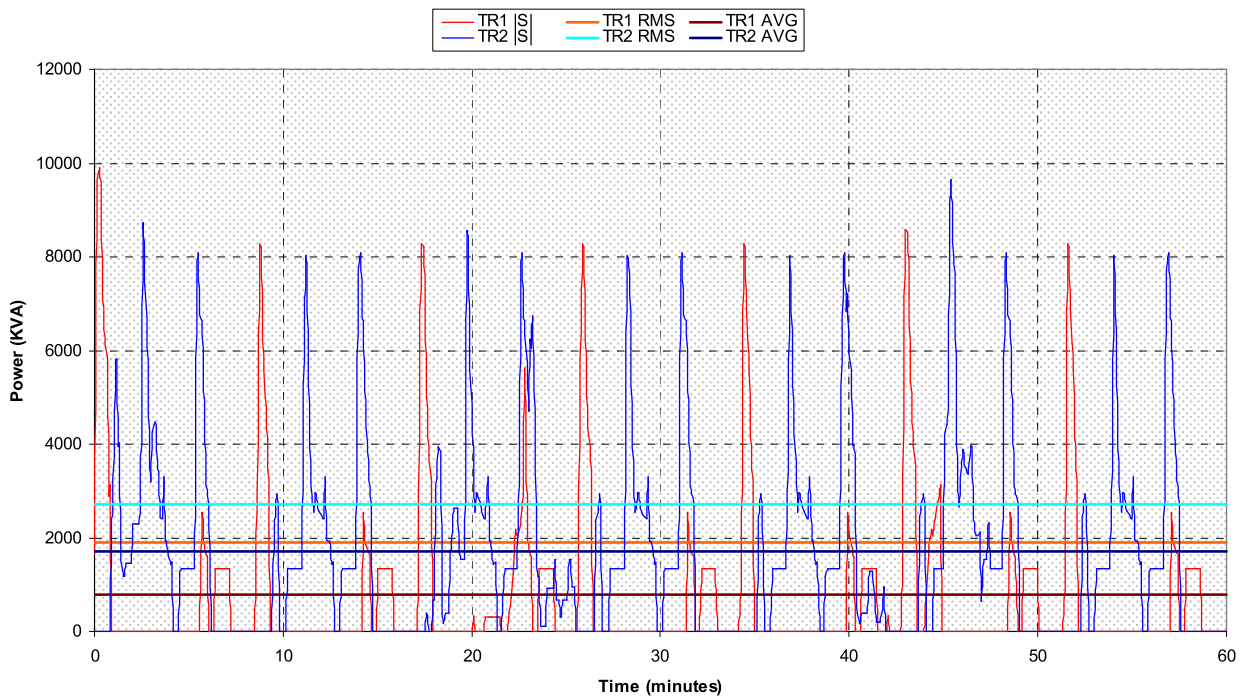


## B.2. RESULTADOS DE LAS SUBESTACIONES DE POTENCIA DE TRACCIÓN

En los siguientes gráficos se puede observar la potencia demandada de cada transformador en cada subestación en hora punta, tanto en el caso de operación normal como en el caso de fallo de una subestación adyacente.

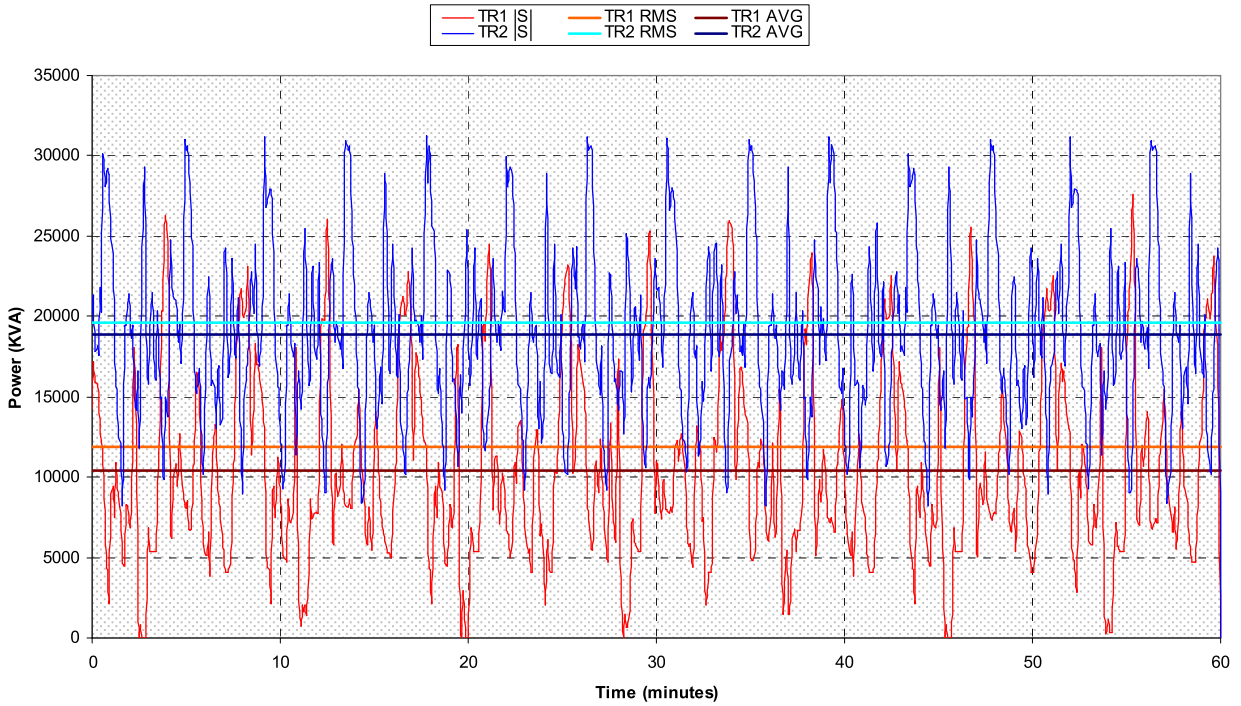
En el eje horizontal se muestra el tiempo y en el vertical la potencia aparente en KVA. En cada instante de tiempo se muestra la potencia suministrada por cada transformador y así se puede observar en qué momento se alcanza la potencia máxima. Además, para cada transformador se ha mostrado el valor RMS junto con el valor de la potencia media calculados en un intervalo de una hora.

HALKALI SST POWER: NORMAL OPERATION

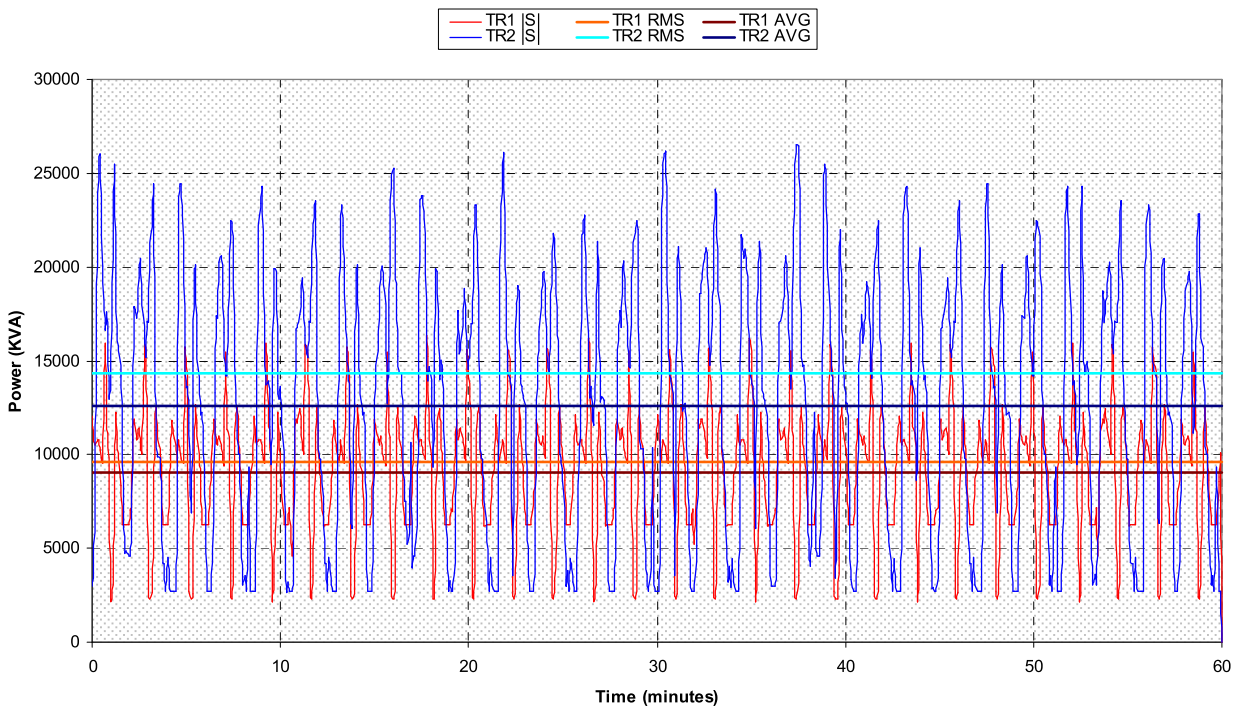


Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VELIFENDI SST POWER: NORMAL OPERATION**

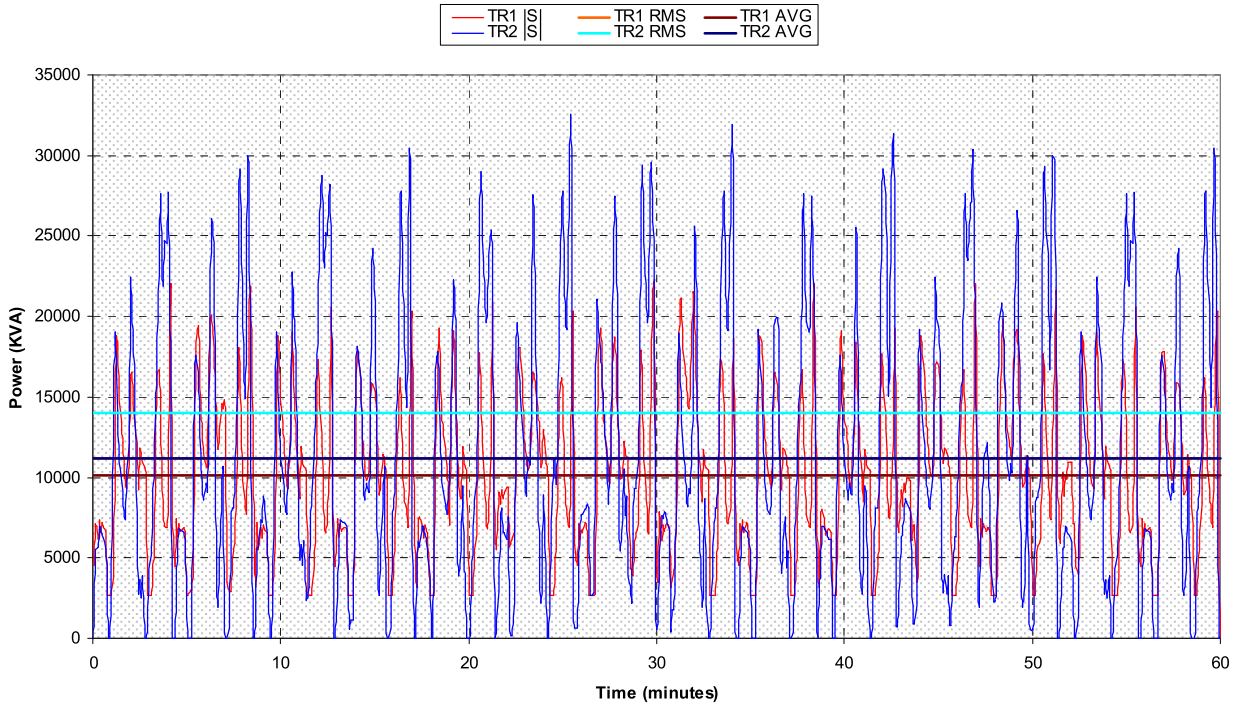


**KADIKOY SST POWER: NORMAL OPERATION**

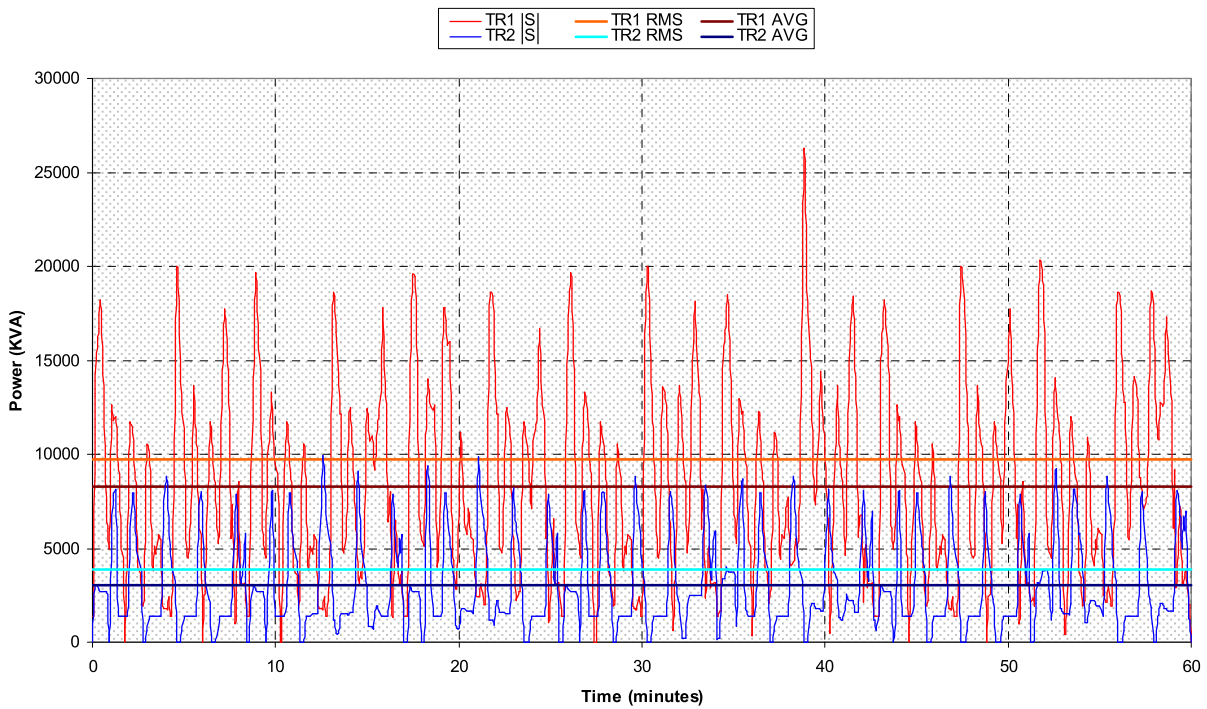


Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**IDEALTEPE SST POWER: NORMAL OPERATION**

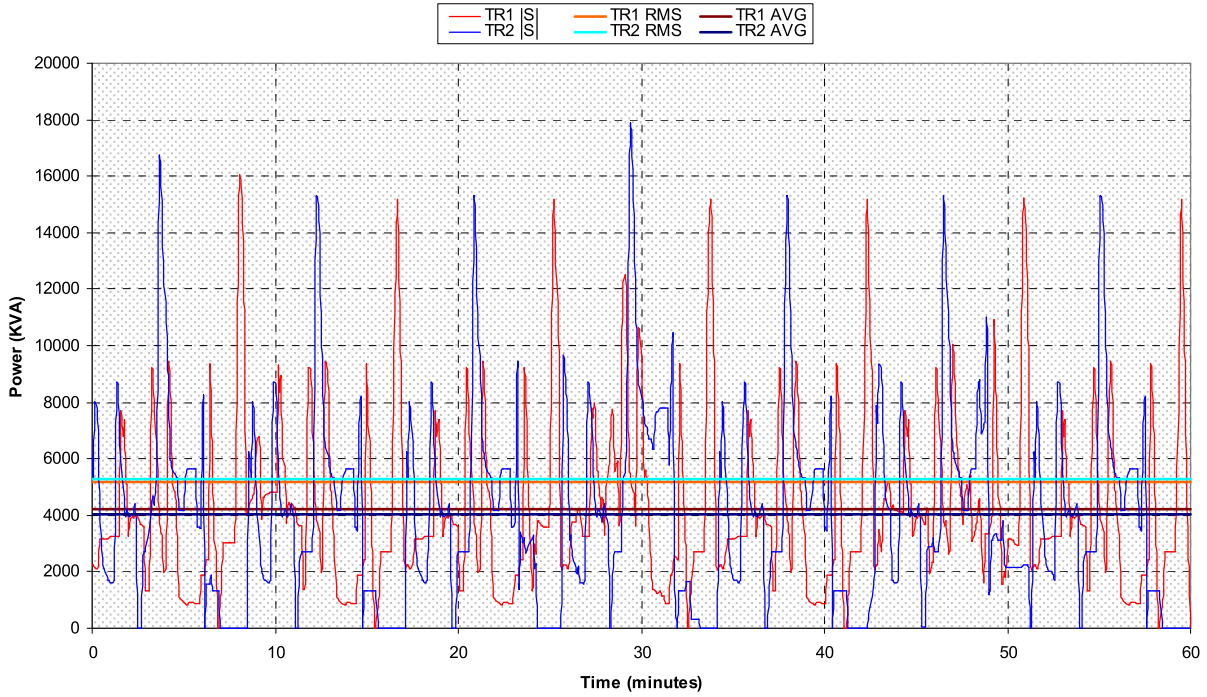


**PENDIK SST POWER: NORMAL OPERATION**



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

### OSMANGAZI SST POWER: NORMAL OPERATION

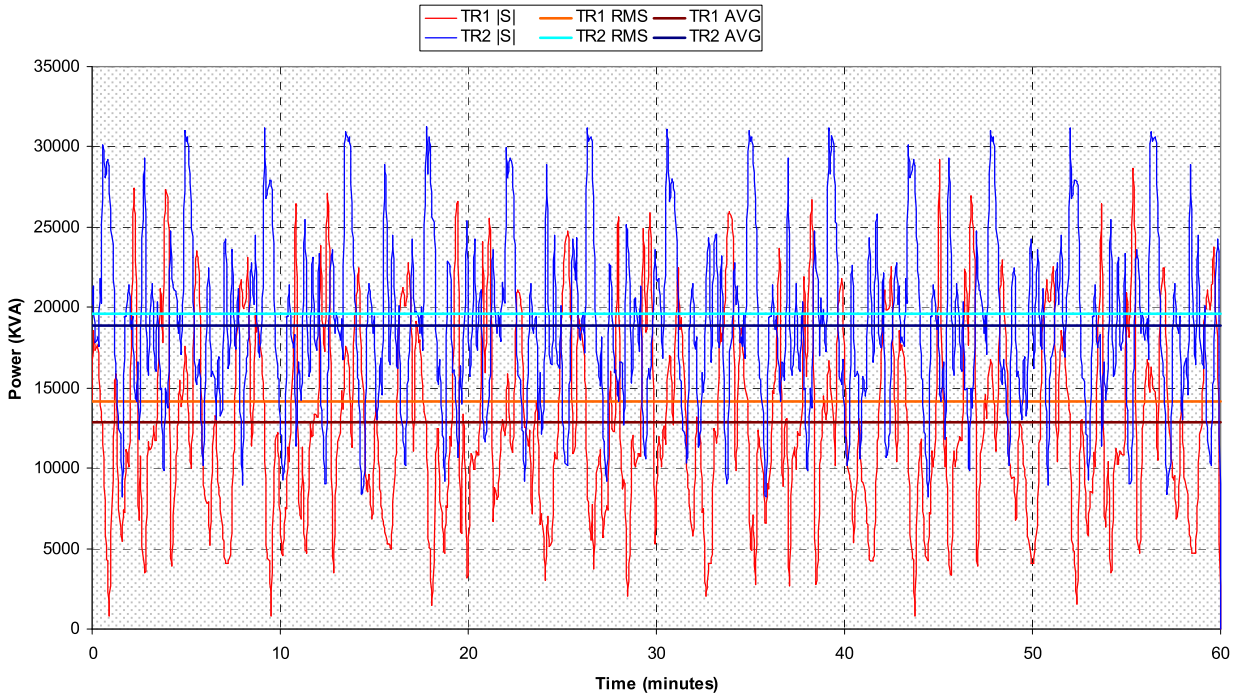




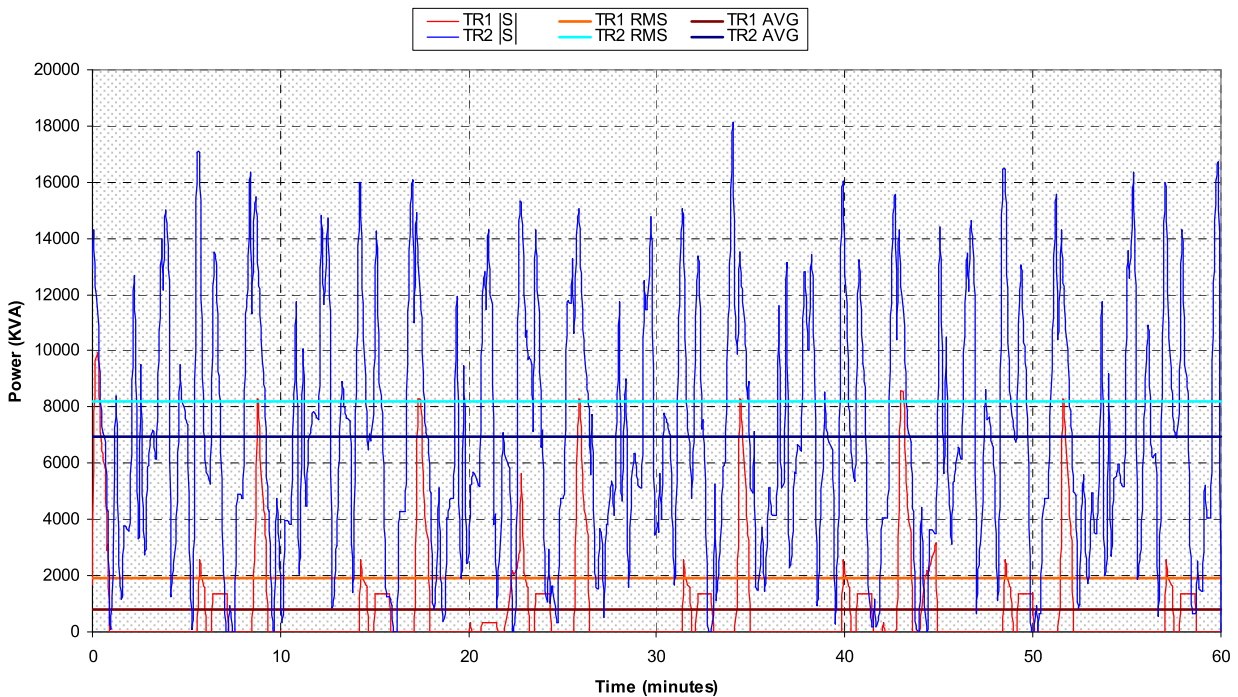
Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

En los siguientes gráficos se muestra la potencia demandada de cada transformador en cada subestación en caso de que la subestación adyacente se encuentre fuera de servicio.

VELIFENDI SST POWER: HALKALI SST FAILURE

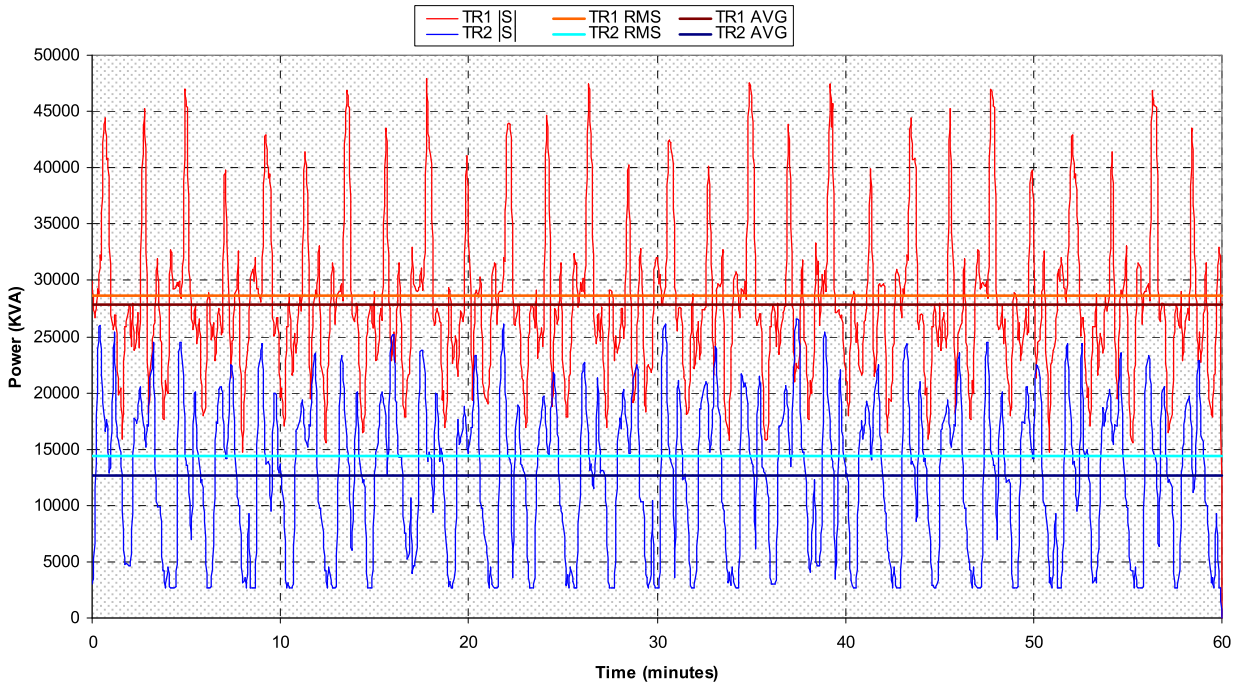


HALKALI SST POWER: VELIFENDI SST FAILURE

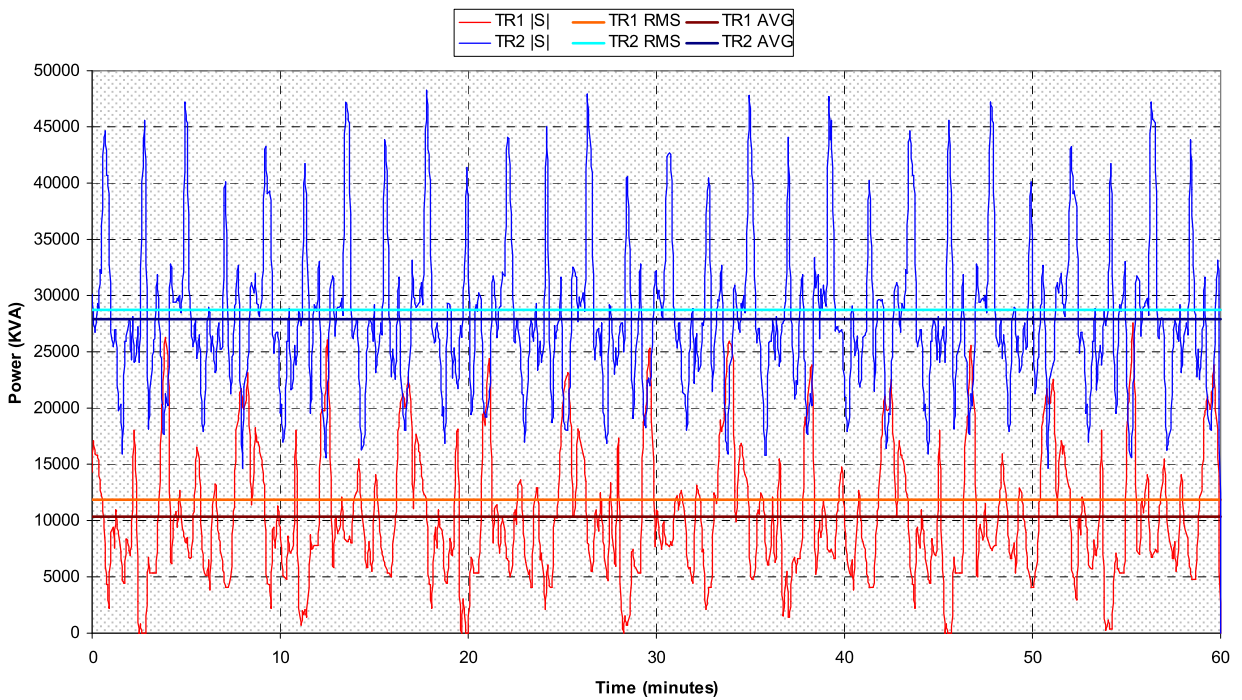


Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**KADIKOY SST POWER: VELIFENDI SST FAILURE**

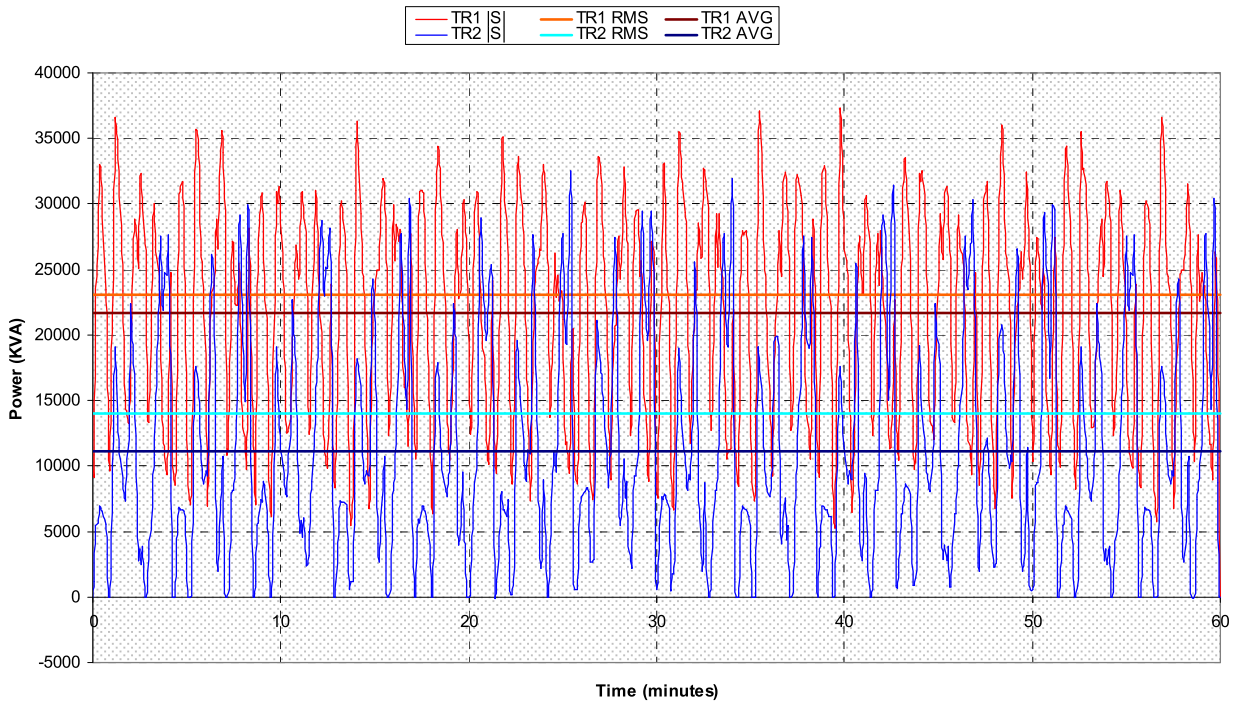


**VELIFENDI SST POWER: KADIDOY SST FAILURE**

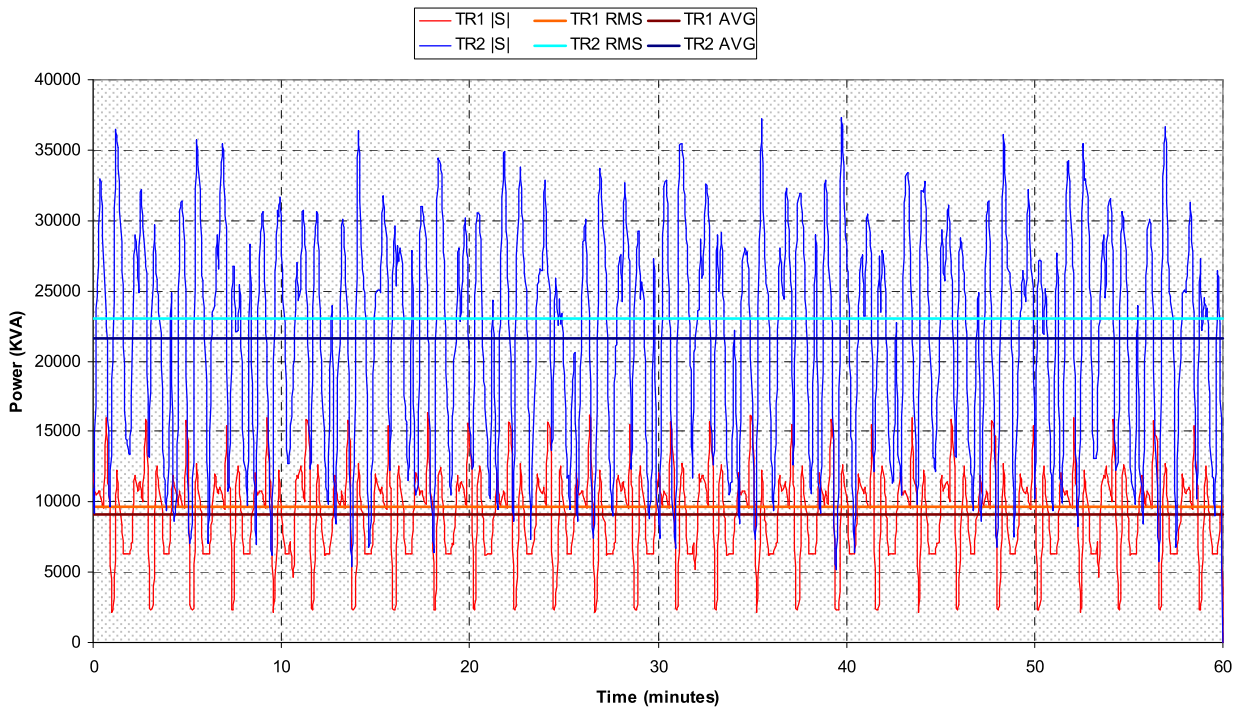


Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

IDEALTEPE SST POWER: KADIDOY SST FAILURE

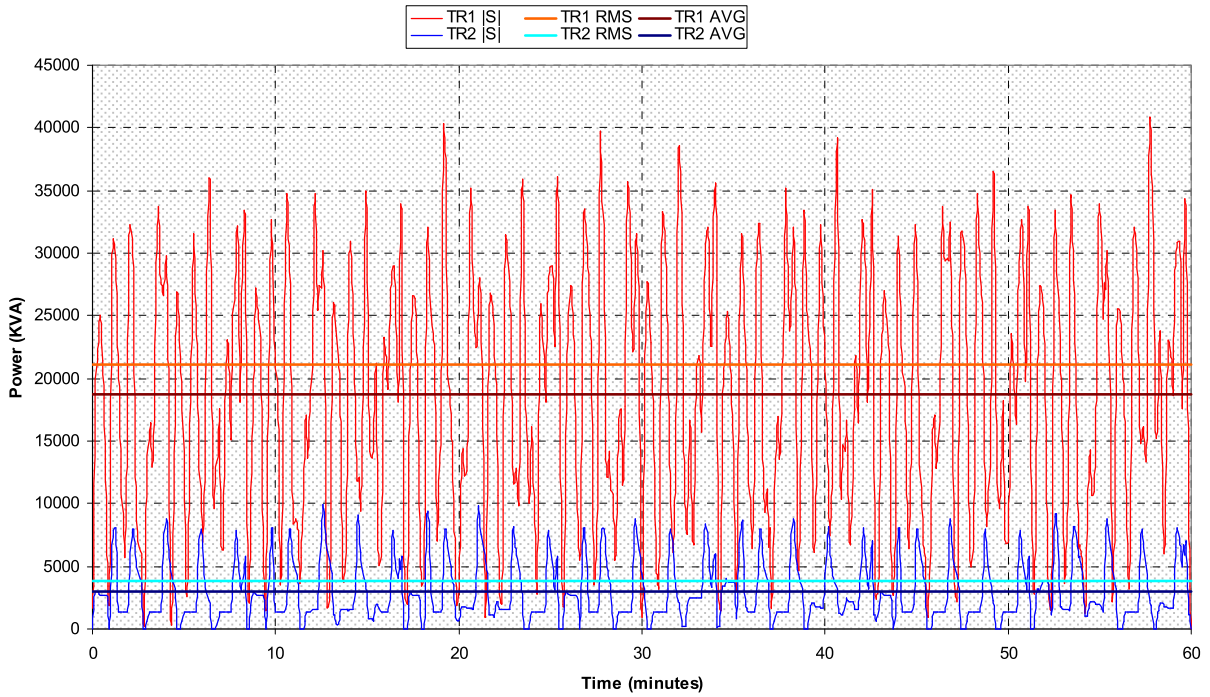


KADIKOY SST POWER: IDEALTEPE SST FAILURE

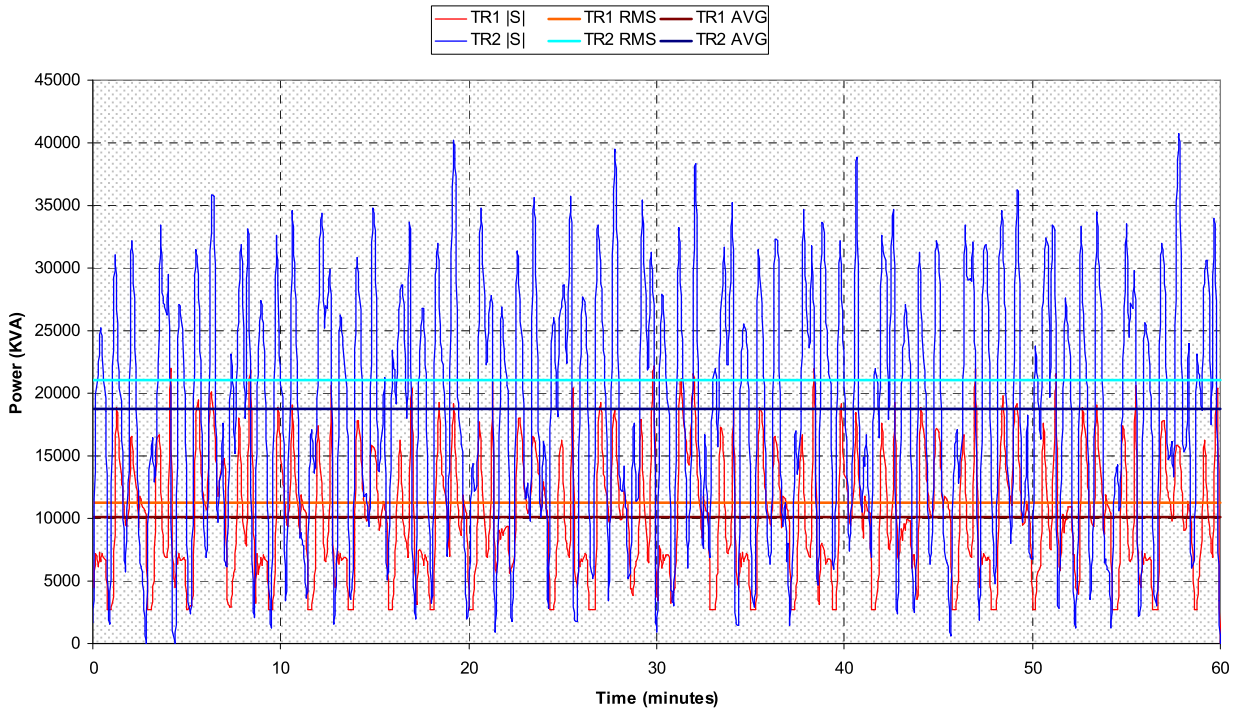


Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

PENDIK SST POWER: IDEALTEPE SST FAILURE



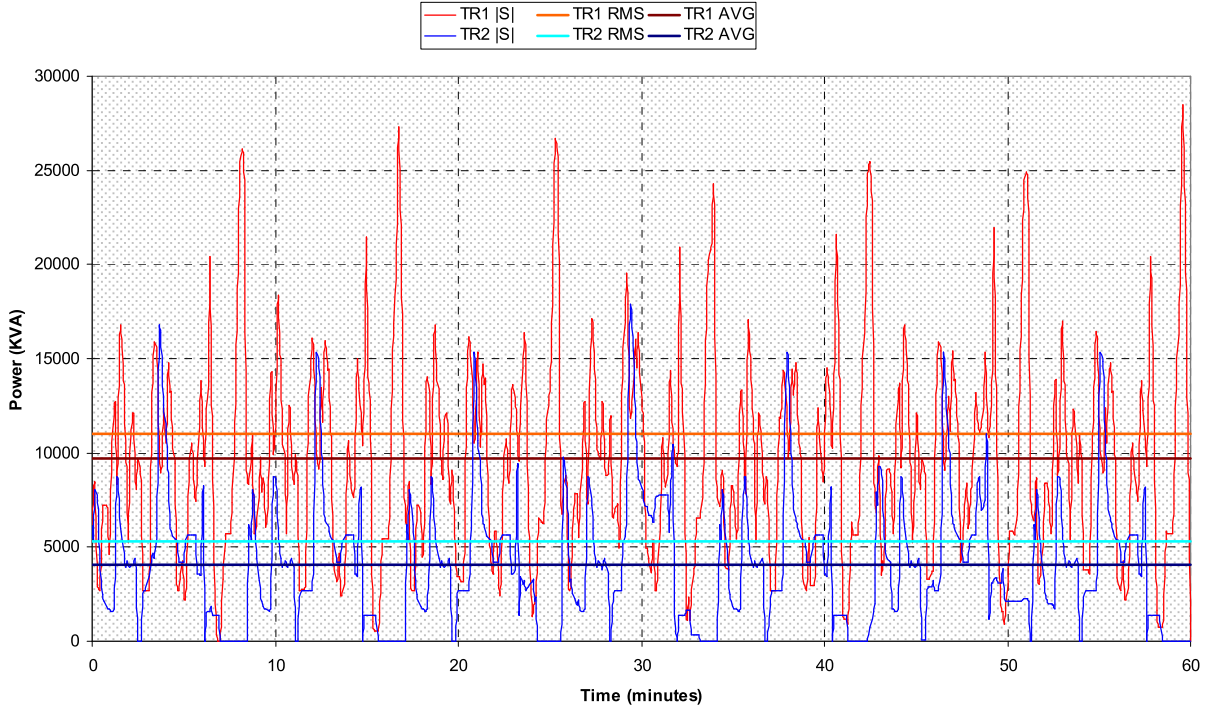
IDEALTEPE SST POWER: PENDIK SST FAILURE



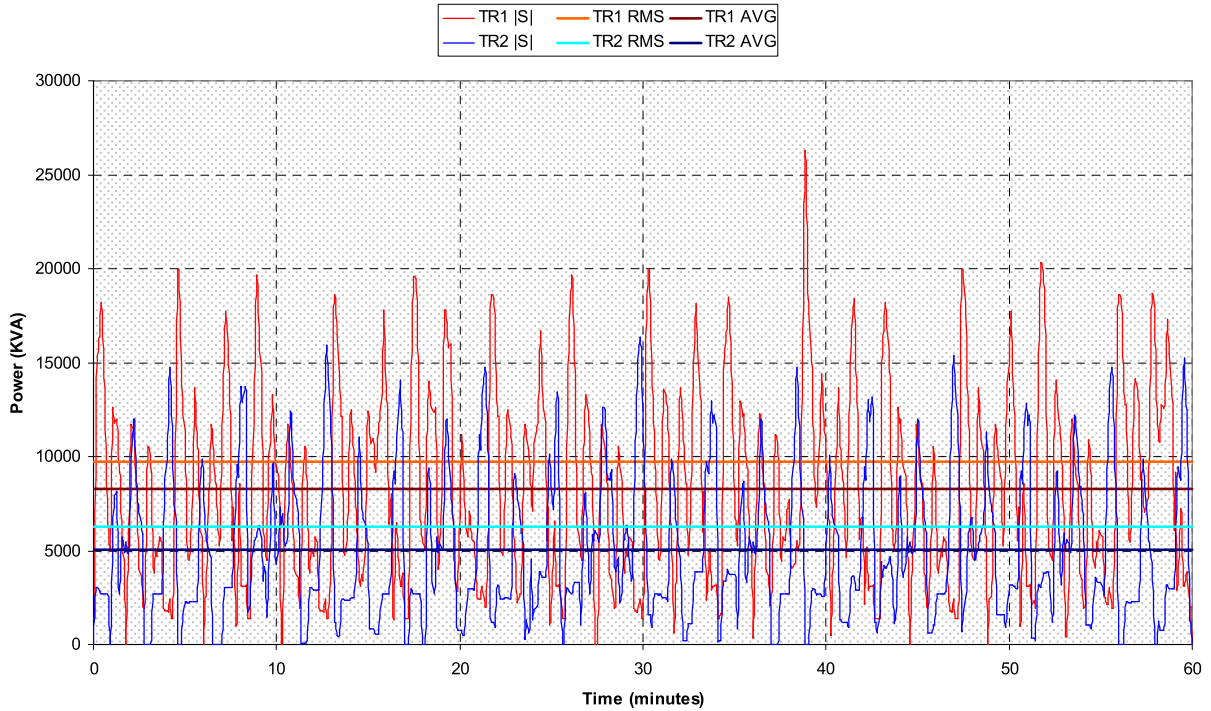


Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

OSMANGAZI SST POWER: PENDIK SST FAILURE



PENDIK SST POWER: PENDIK SST FAILURE

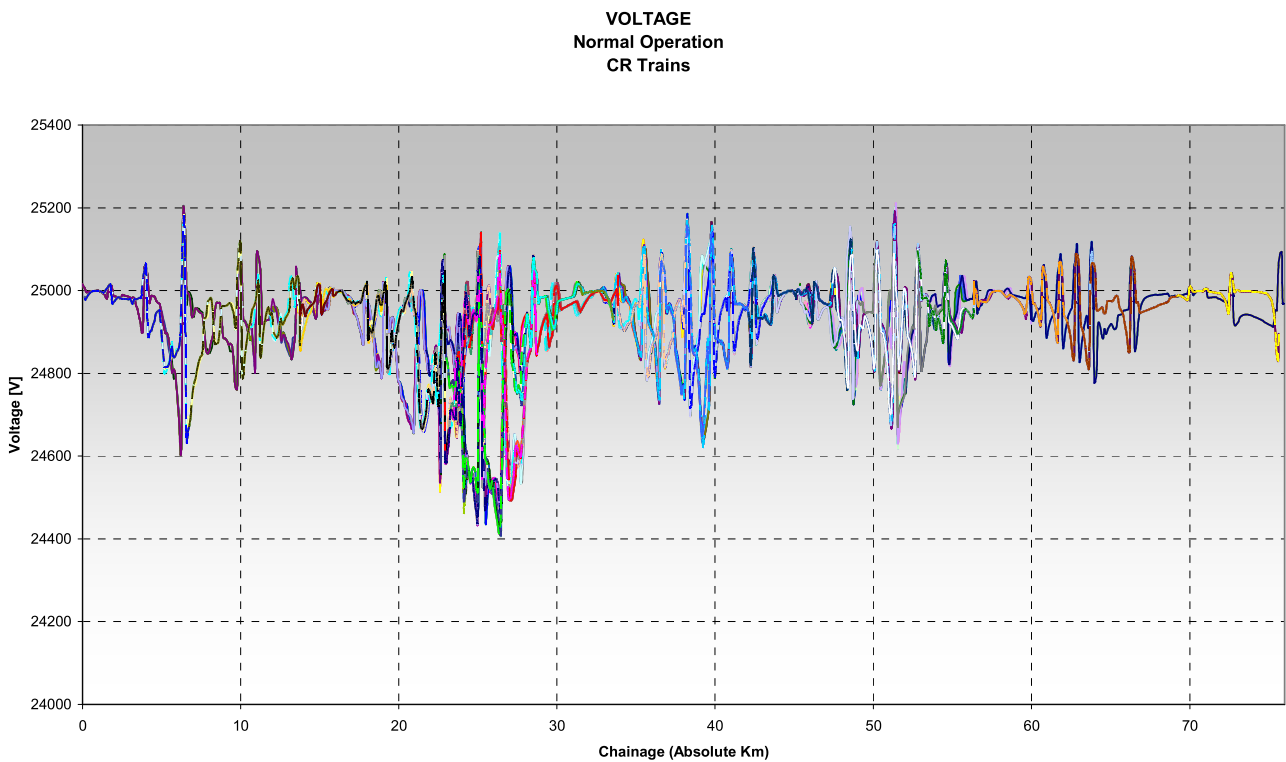


## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

### B.3. RESULTADOS DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS PANTÓGRAFOS DE LOS TRENES

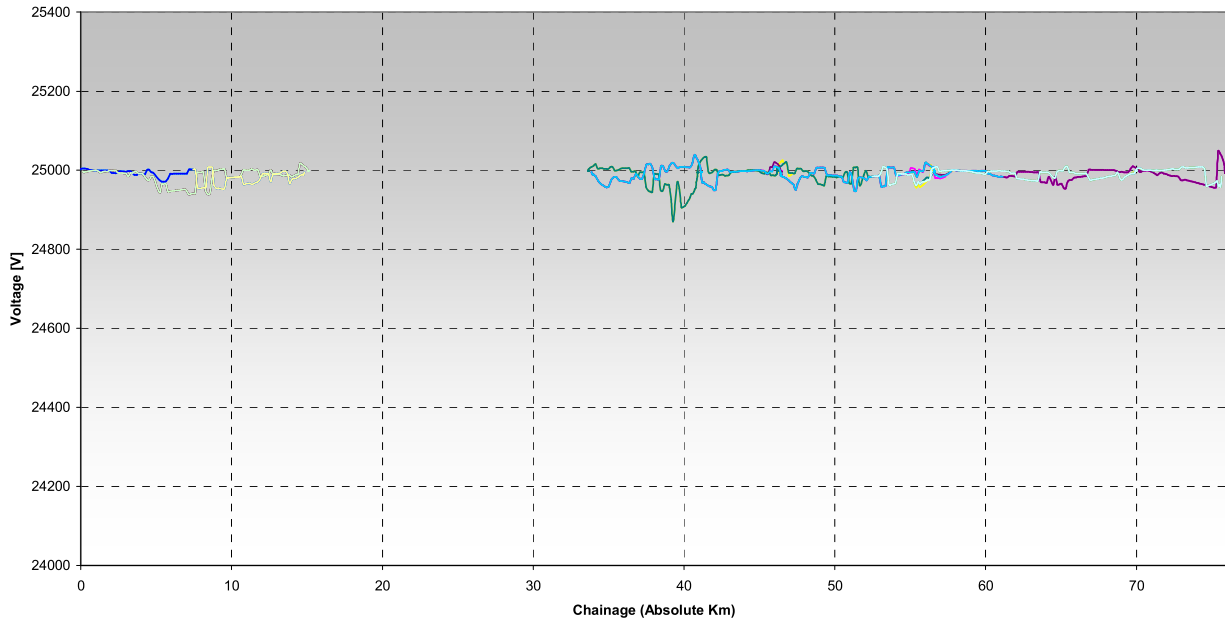
En los siguientes gráficos se muestra la tensión en los pantógrafos de los trenes en su circulación a lo largo de toda la línea, tanto en situación de operación normal como en el caso de una subestación.

En el eje horizontal se muestra el punto kilométrico absoluto y en el eje vertical se muestra la tensión en voltios.

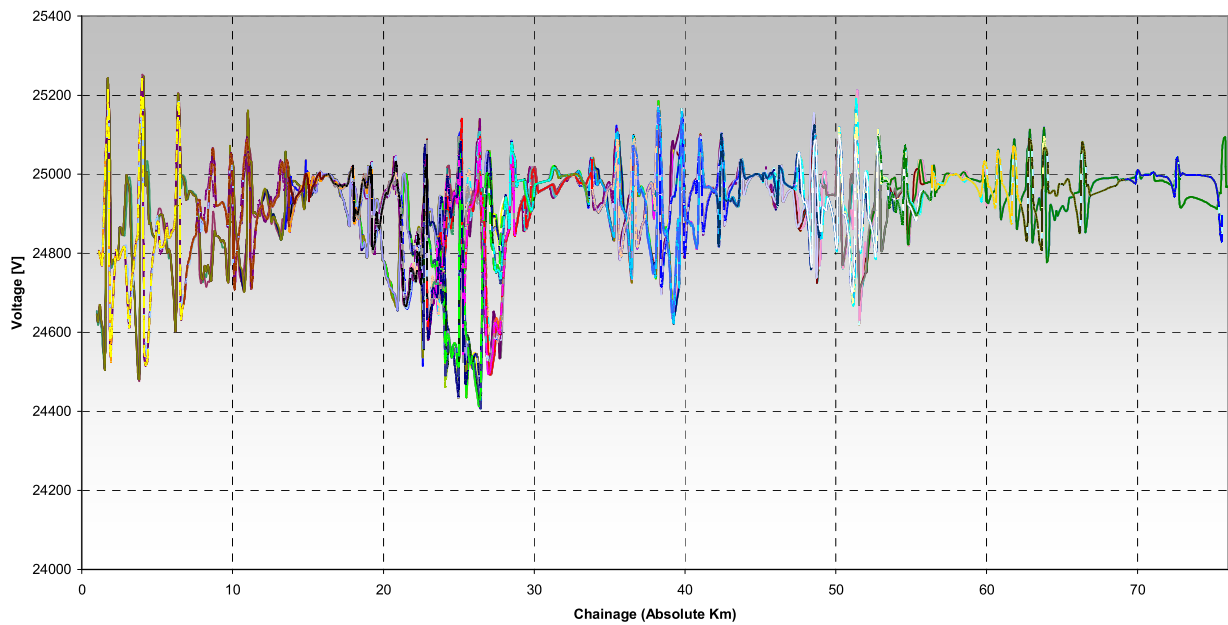


## Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VOLTAGE**  
Normal Operation  
IC Trains



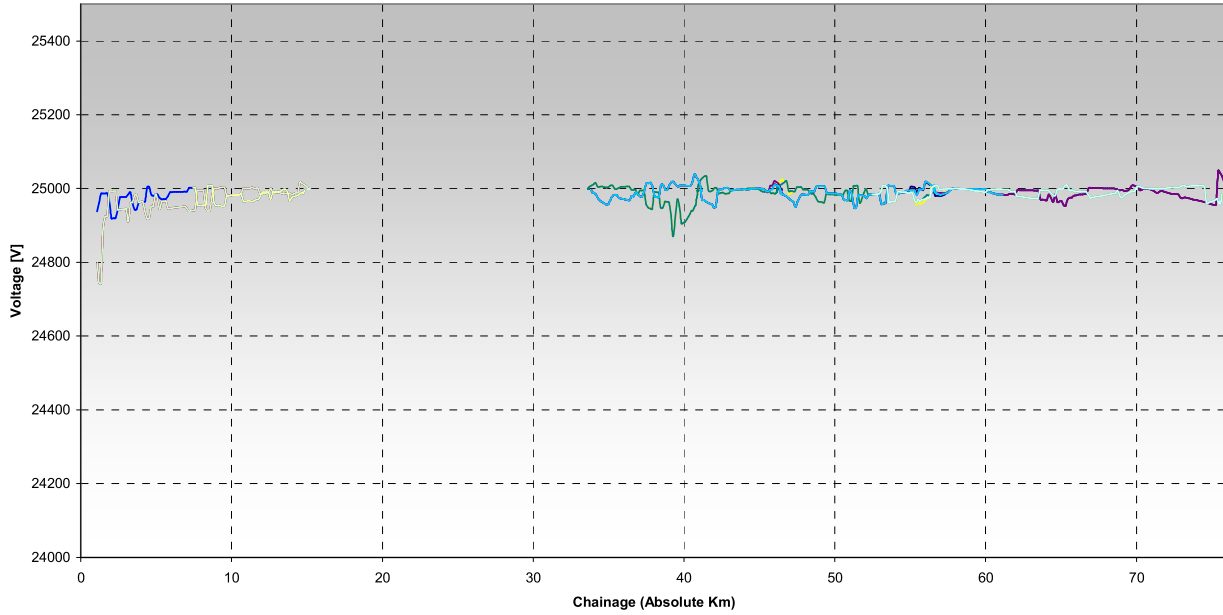
**VOLTAGE**  
Halkali SST Failure  
CR Trains



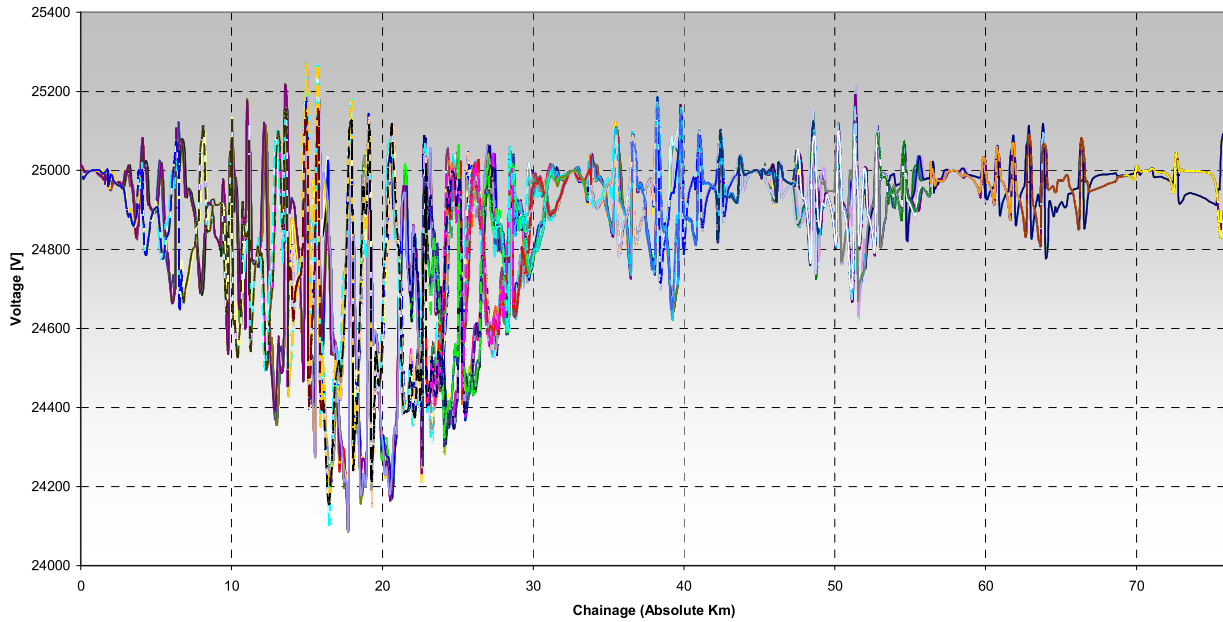


## Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VOLTAGE**  
Halkali SST Failure  
IC Trains

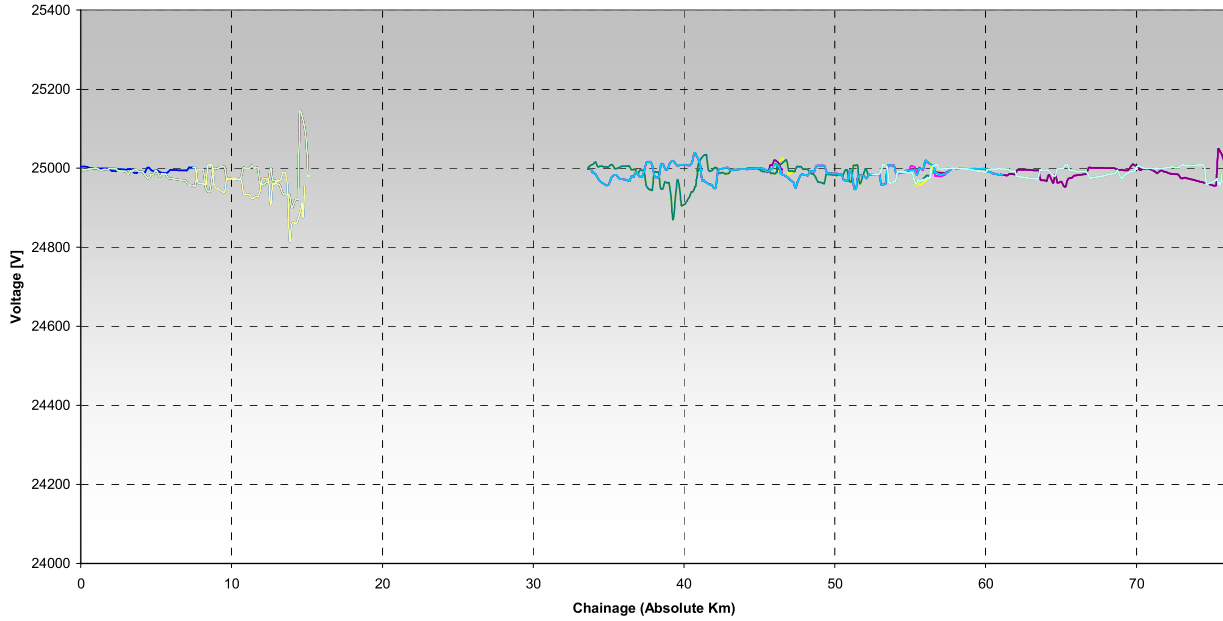


**VOLTAGE**  
Velifendi SST Failure  
CR Trains

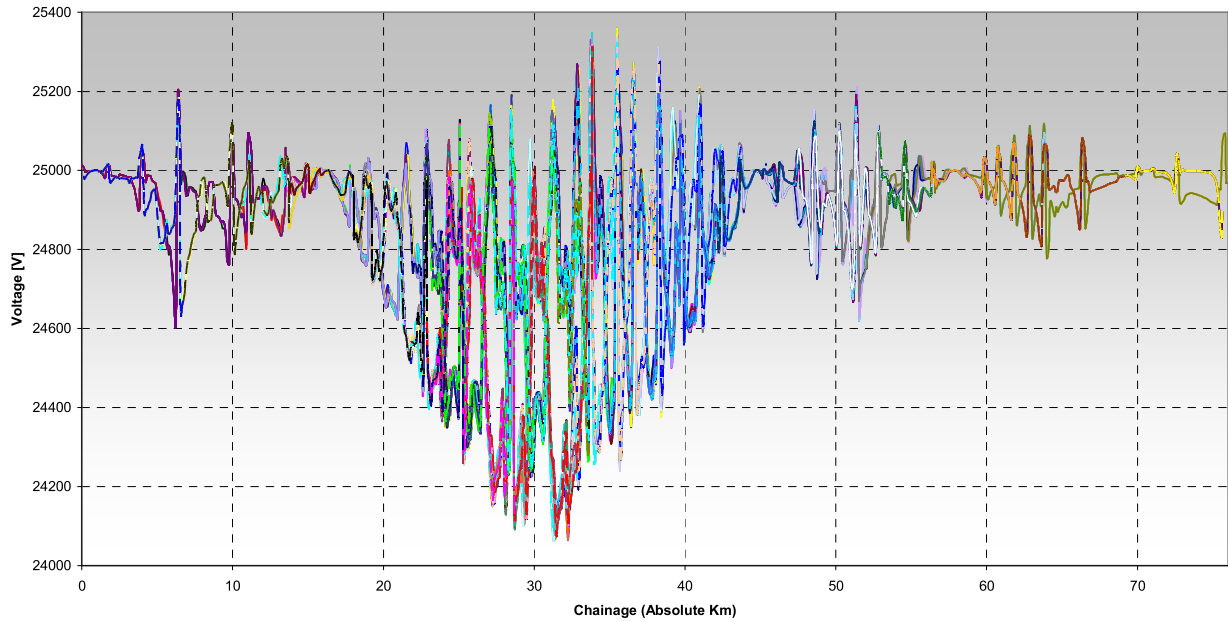


## Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VOLTAGE**  
Velifendi SST Failure  
IC Trains

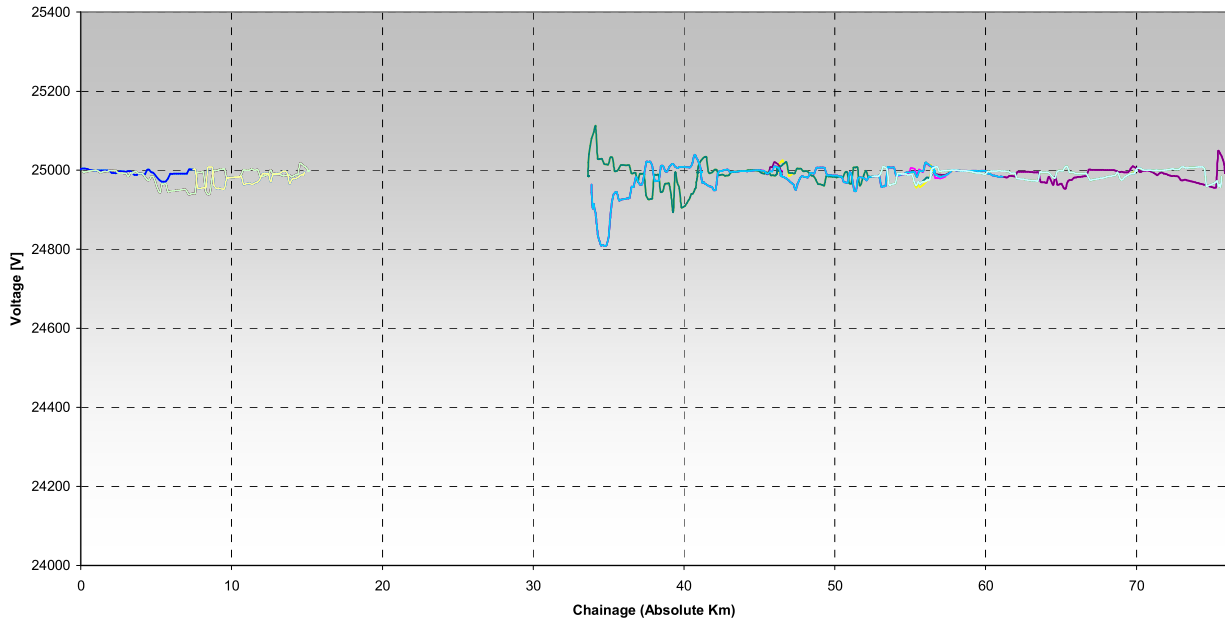


**VOLTAGE**  
Kadikoy SST Failure  
CR Trains

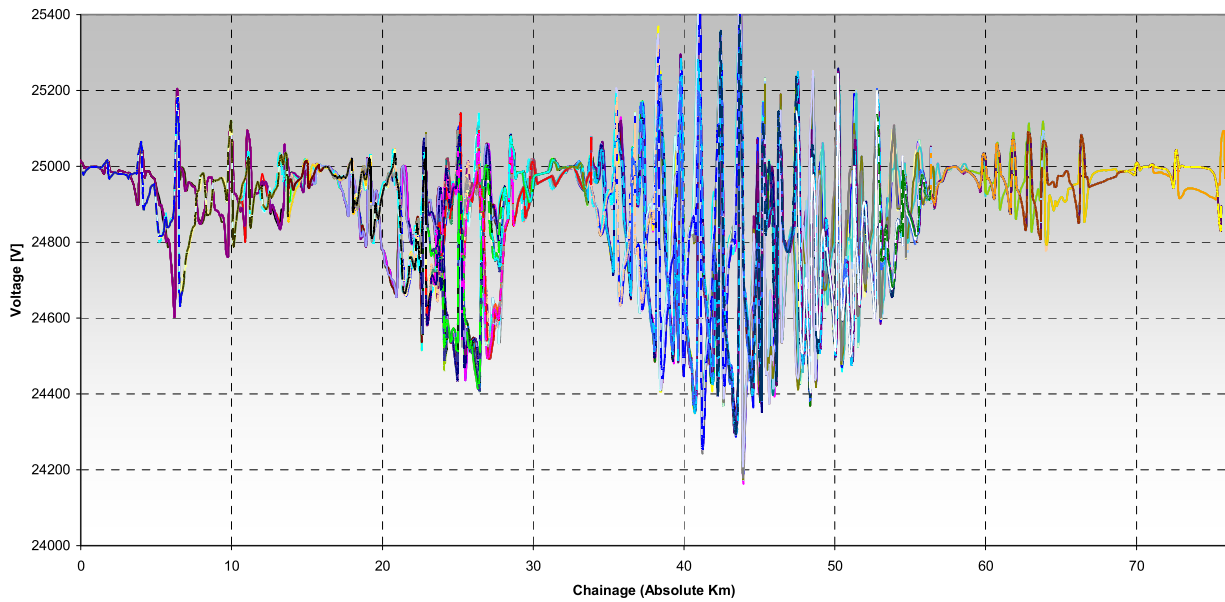


## Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VOLTAGE**  
Kadikoy SST Failure  
ICTrains

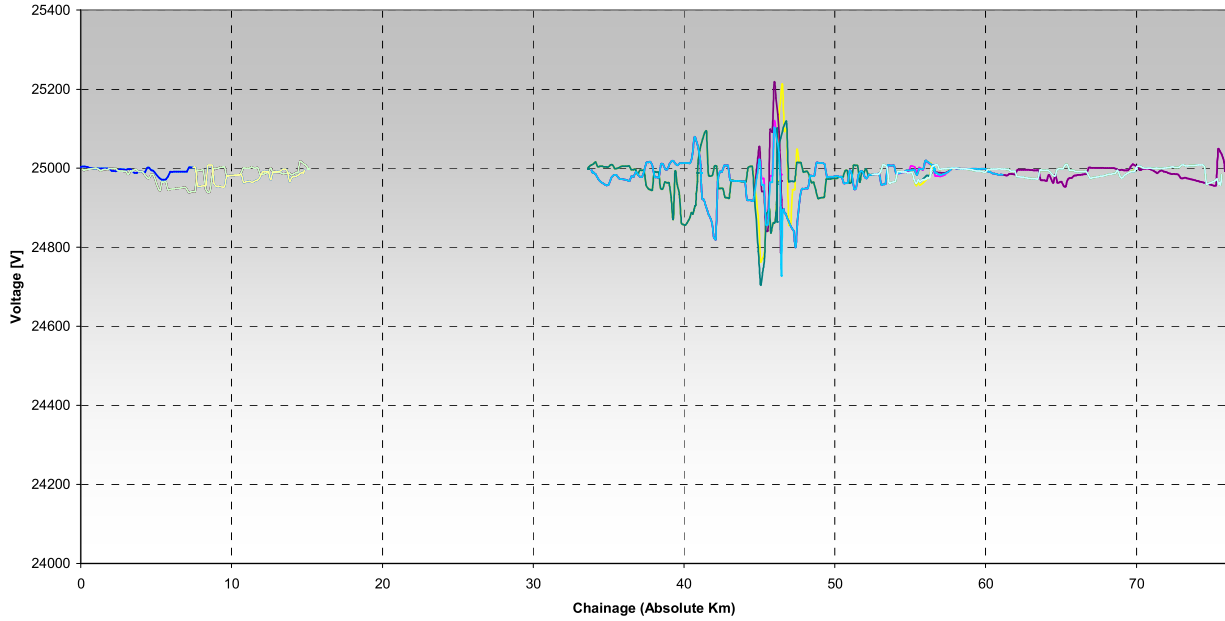


**VOLTAGE**  
Idealtepe SST Failure  
CR Trains

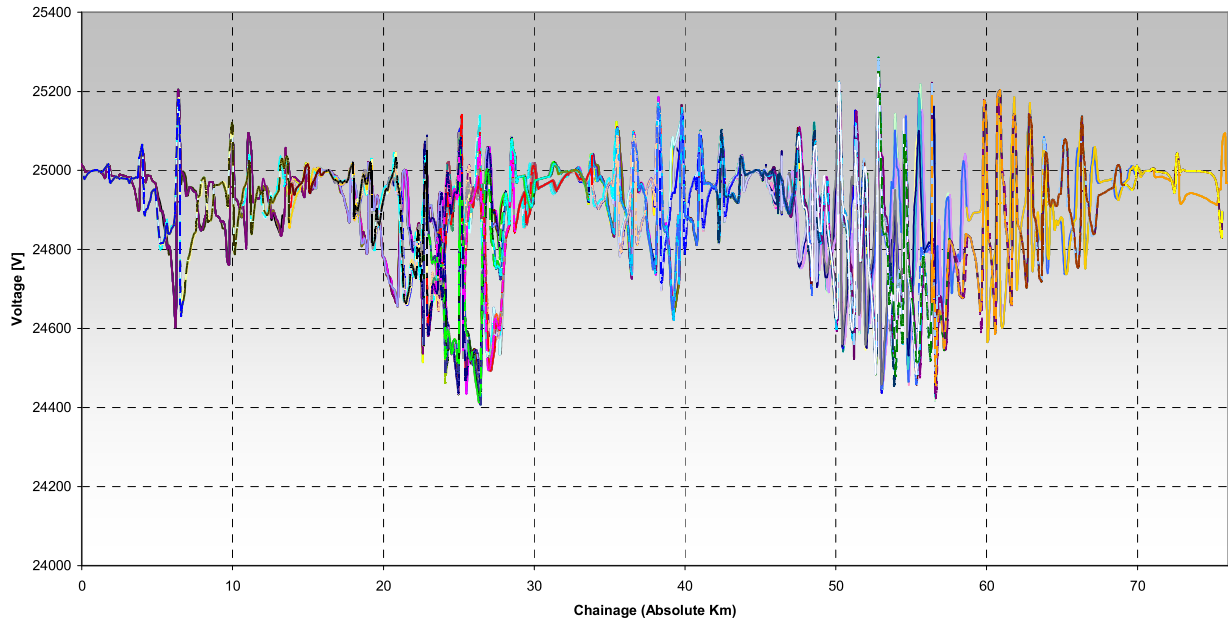


## Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VOLTAGE**  
Idealtepe SST Failure  
IC Trains

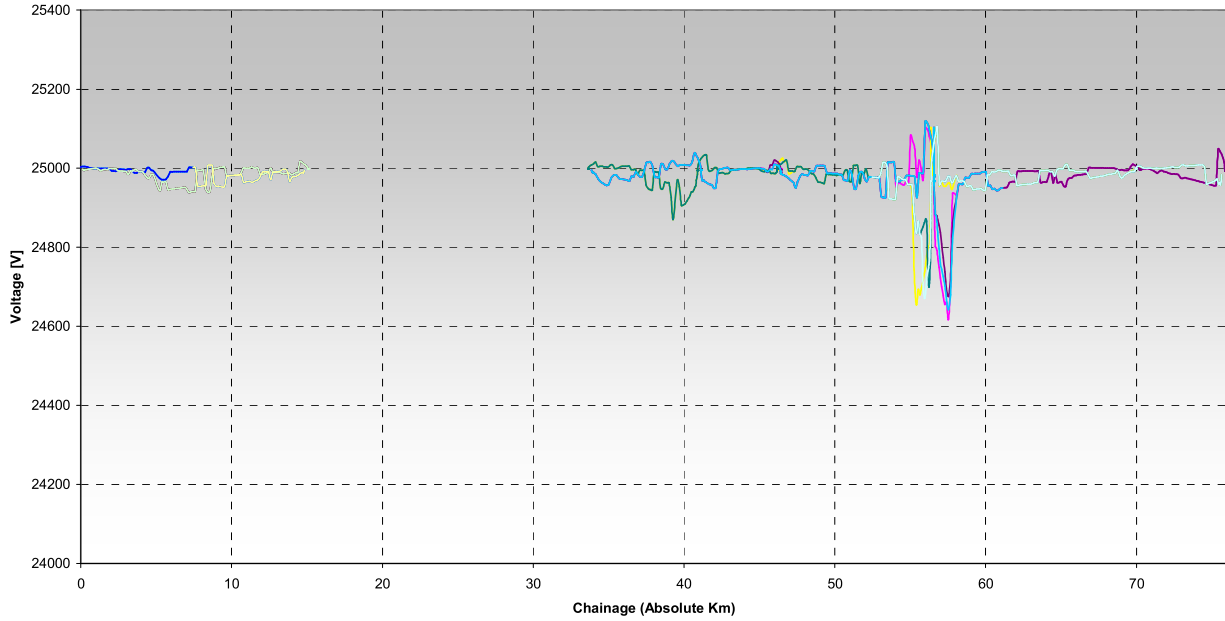


**VOLTAGE**  
Pendik SST Failure  
CR Trains

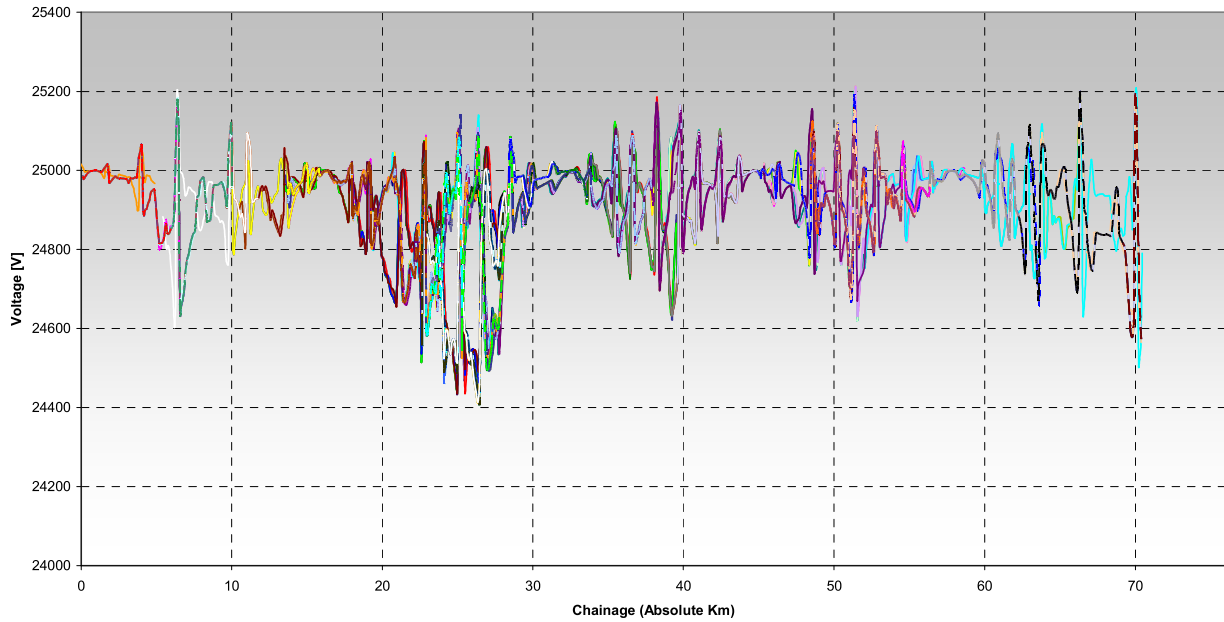


## Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VOLTAGE**  
Pendik SST Failure  
IC Trains

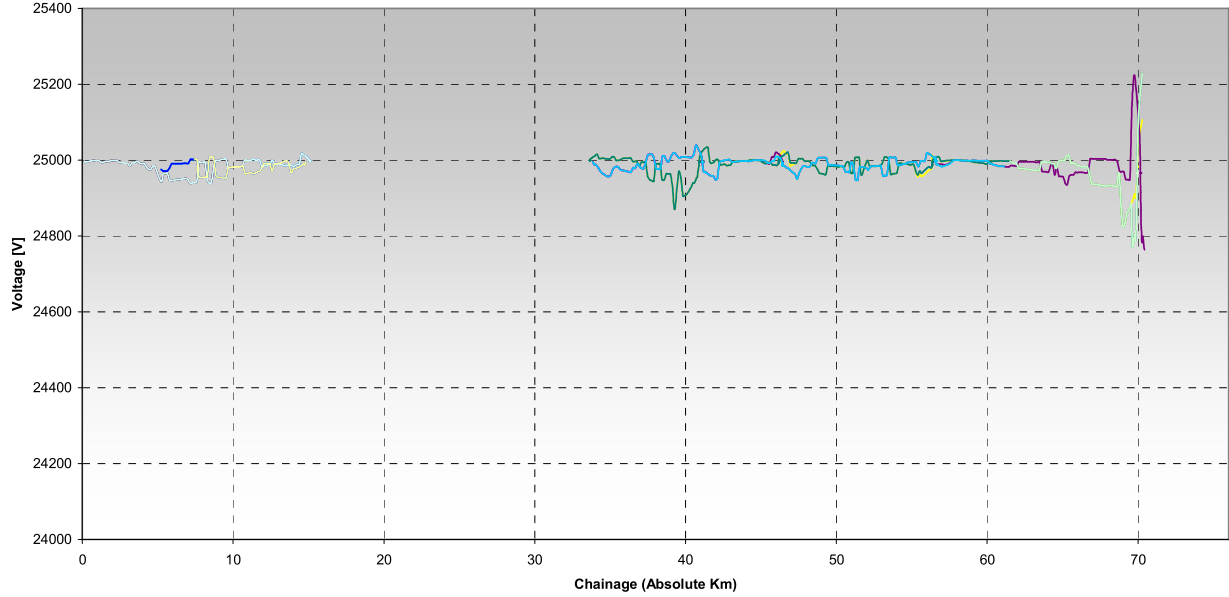


**VOLTAGE**  
Osangazi SST Failure  
CR Trains



## Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

**VOLTAGE**  
Osangazi SST Failure  
IC Trains



## **PRESUPUESTO**

Cantidades: página 1

Precios unitarios: página 25

Cantidades totales a pagar: página 42

## PRESUPUESTO

### Cantidades

#### 1. EQUIPO DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA					
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHIMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENIMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATIH	
<b>1</b>		<b>Equipo de alta y media tensión</b>													
1.1	ut	Conmutador con aislamiento de gas 154 kV - 1250 A Instalación intemperie.	1	1	1	1	1	1							
1.2	ut	Pararrallos / descargadores de tensión 30 kV, 10 kA	8	8	8	8	8	8							
1.3	ut	Interruptor manual de doble polo 36 kV - 1250 A Instalación intemperie.	9	9	9	9	9	9							
1.4	ut	Interruptores de circuito de un polo 36kV-1250 A instalación intemperie con tecnología de vacío y conectores de cables de señalización.	9	9	9	9	9	9							
1.5	ut	Interruptor de un polo motorizado 36 kV - 1250 Instalación interior.	5	5	5	5	5	5							
1.6	ut	Transformadores de intensidad 36 kV-2x300/5/5A para protección y medida.	7	7	8	7	7	8							
1.7	ut	Transformador de servicio auxiliar con caja de resina 25/0.23 kV - 100 kVA instalación interior, con protección fusible 36 kV -	2	2	2	2	2	2							



Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH
		6A.												
1.8	ut	Equipo de compensación de energía reactiva 5x1 MVAR de potencia reactiva.	1	1	1	1	1	1						
1.9	ut	Desconectador manual de un polo de chapa metálica 36 kV-1250A Instalación interior.	2	3	2	2	2	2						
1.10	ut	Filtro armónico	1	1	1	1	1	1						
1.11	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 25 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre raíl en pedestal, cortafuegos.				2	2							
1.12	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 30 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre raíl en pedestal, cortafuegos.		2	2									
1.13	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 15 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre raíl en pedestal, cortafuegos.	2					2						

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA					
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH	
1.16	m	Cableado en el lado de alta tensión con conductores Al aislados 127/220kV 1x500mm <sup>2</sup>	600	600	600	600	600	600							
1.17	m	Cableado en el lado de media tensión con conductores Al aislados 26/45kV 1x300mm <sup>2</sup>	300	300	300	300	300	300							
1.18	ut	Generador diésel con chasis aislado para las vibraciones. 2 MW. 50 Hz, monofásico, 25 kV			2										
1.19	ut	Contenedor diésel , 30.000 l			2										
1.21	ut	Proceso legal para conexión a la red de 154 o 34,5 kV, de acuerdo con las regulaciones de la compañía de suministro de potencia, así como el coste de su aprobación.		1	1		1		1	1	1	1	1	1	1
1.22	ut	Presupuesto estimado para el estudio de interferencia electromagnética (EMI) en cada subestación para probar que el equipo instalado no generará EMI que afecte a otros sistemas como laboratorios, hospitales o instalaciones de telecomunicaciones.	1	1	1	1	1	1							
1.23	ut	Suministro y montaje de la barra de bus negativa en la subestación incluyendo la tira de contacto doble de cobre, 3	1	1	1	1	1	1							

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH
		cables de cobre 3x(1x300)mm <sup>2</sup> conectados a cada rail unido a tierra en la línea de tierra.												
1.24	ut	Banco capacitivo de interior en recinto metálico (5 MVar)	1	1	1	1	1	1						
1.25	ut	Instalación de pruebas para la calibración y verificación de los relés de protección con cuatro sets de test portátiles para solucionar problemas y calibración en el laboratorio eléctrico de Halkali	1											
1.26	ut	Equipo en cada subestación: Cabina de seguridad AC; Cabina de seguridad DC, Caja de almacenamiento de fusibles HRC para cada circuito, llave de seguridad, trípode aislado, alfombra aislada, guantes aislados y bastón de tierra para conectar a tierra.	1	1	1	1	1	1						
1.27	m	Cable de retorno de corriente a la subestación, Cu 240 mm <sup>2</sup>	200	50	700	30	150	30						
1.28	ut	Cese y desmantelamiento de todos los equipos de HV y MV existentes en las subestaciones	1	1		1		1						

## 2. EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROP A		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH
<b>2.</b>		<b>Equipo de baja tensión</b>												
2.1	ut	Panel de distribución de baja tensión (230 Vac), con entrada monofásica e interruptor de circuito de protección de 250 A, con medida de los valores de corriente y tensión en el panel de entrada, y como mínimo 30 salidas protegidas con interruptores automáticos de 6 - 16 A (en función de la potencia del circuito), completamente instalado y montado.	1	1	1	1	1	1						
2.2	ut	Panel de control de corriente continua de baja tensión con 30 salidas bipolares, protegido con interruptores de circuito automáticos de 6 - 40A (en función de la potencia del circuito), incluyendo medida y señalización y completamente instalado y montado.	1	1	1	1	1	1						
2.3	ut	Rectificador de 110 VDC para las operaciones con la batería de acumulación de 65 a 100 Ah	1	1	1	1	1	1						
2.4	ut	Rectificador 48 VDC para las operaciones con la batería de acumulación	1	1	1	1	1	1						

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
		48 VDC para el sistema de control remoto.												
2.5	ut	Batería de acumulación de 110 VDC, de 65 a 100 Ah, sellada, sin mantenimiento	1	1	1	1	1	1						
2.6	ut	Batería de acumulación de 48 VDC, de 65 a 100 Ah, sin mantenimiento, sellada	1	1	1	1	1	1						
2.7	ut	Panel con el equipo para la protección del transformador de 154/25 kV. Deberá contener los relés de protección indicados y otro equipo necesario. Relés de protección: A) Relé del transformador contra sobrecorrientes. B) Relé Bucholz. C) Relé de máxima/mínima frecuencia. D) Protección de retorno de energía. En el panel frontal habrá un esquema en forma de mosaico con interruptores e indicadores de posición, desconectadores, reguladores de tensión, medida de tensión y corriente. Se preverá la señalización en el panel así como la transmisión de señales de control al sistema de control remoto.	1	1	1	1	1	1						

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
2.8	ut	Panel con el equipo de protección y gestión del feeder de 25 kV. Relés de protección: A) Relé de sobrecorriente en el feeder de 25 kV. B) Relés de protección de distancia. En el panel frontal habrá un esquema en forma de mosaico con interruptores de circuito e indicadores de posición de los dispositivos de 25 kV y la medida de corriente y tensión en cada feeder. Las dimensiones del panel son 800 x 600 x 2000 mm.	1	1	1	1	1	1						
2.9	ut	Armario de conductor de retorno de corriente. Bus Cu 50 x 5...500 mm. Transformador de corriente 1kV, 600/5 A, 30 VA, kl 10P10. (ut 2). Material de conexión.	1	1	1	1	1	1						
2.10	ut	Cables de control y señalización.	1	1	1	1	1	1						
2.11	ut	Coste del proceso legal para la conexión a la red de 0.4 kV de acuerdo a las regulaciones de la compañía de suministro eléctrico, así como el coste de su aprobación.		1			1							

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROP A		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
2.12	m	Suministro e instalación de placa de 600x60mm perforada de acero galvanizado enganchada en el suelo, con la proporción de uniones, ángulos y abroches. Totalmente montada.	40	40	40	40	40	40						
2.13	ut	Batería UPS, 15 Kva	1	1	1	1	1	1						

3 Y 4. RED DE TIERRA Y SCADA

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHIMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENIMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH
<b>3.</b>		<b>Red de tierra</b>												
3.1	m	Cable de tierra. Cable de cobre desnudo con una sección de 95 mm <sup>2</sup> , establecido en una zanja, con una parte proporcional de soldadura aluminotérmica. Incluye excavación y encubrimiento.	400	400	560	400	400	400						
3.2	ut	Tachuela de tierra. Tachuela de tierra, de 2 m de largo con una sección de 95 mm <sup>2</sup> , incluye los elementos de conexión. Completamente instalada y conectada.	16	16	20	16	16	16						
3.3	ut	Hoyo de conexión a tierra, tamaño 40x40x60	16	16	20	16	16	16						
<b>4.</b>		<b>SCADA</b>												
4.1	ut	Suministro y montaje de un armario de control remoto y programación del software de gestión, generación de imágenes y comunicación para adaptación al control remoto de la subestación con el	1	1	1	1	1	1						



Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
		hardware necesario para permitir la unión con la red de transmisión.												

## 5. SERVICIOS EN LOS EDIFICIOS

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAĞI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
<b>5.</b>		<b>Servicios en los edificios</b>												
<b>5.1</b>		<b>Potencia y alumbrado</b>												
5.1.1	m	Cable de cobre (1x2,5)+(1x2,5)+TT mm2, de tipo retardante al fuego, aislamiento 0.6 / 1kV XLPE y cubierto con material termoestable, con emisión nula de gas halogenado, instalado en bandeja, tubería, conducto o soporte metálico, completamente instalado y conectado.	50	50	60	50	50	50						
5.1.2	m	Cable de cobre (1x2,5)+(1x2,5)+TT mm2, de tipo retardante al fuego, aislamiento 0.6 / 1kV XLPE y cubierto con material termoestable, con emisión nula de gas halogenado, instalado en bandeja, tubería, conducto o soporte metálico, completamente instalado y conectado.	50	50	60	50	50	50						
5.1.3	ut	Luz autónoma de emergencia de 8W y	4	4	5	4	4	4						

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA							
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH			
		2h de autonomía con instalación y accesorios de conexión															
5.1.4	ut	Luminaria INDAL mod. MULTIVAC 110-IXP-2x36W TC-L o similar. Dos lámparas compactas fluorescentes 2x36W TCL lineal, consistentes en: capa inyectada en aleación ligera, color gris RAL 7035 brillante con cierre de silicona y pestillos de cierre en el perfil extruido. Nivel de protección IP-65. IK 10. Class I.	15	15	18	15	15	15									
5.1.5	ut	Luz inferior INDAL mod. 2x13W TCDEL 25213EL o similar. Cuerpo compuesto de aluminio reflectante, brillante anodizado. Incluye equipo electrónico. Nivel de protección IP-30. IK 03. Class I.	2	2	2	2	2	2									
5.1.6	ut	Toma de corriente trifásica 400/3/50	1	1	2	1	1	1									
5.1.7	ut	Toma de corriente monofásica 230/1/50	3	3	4	3	3	3									
5.1.8	ut	Interruptor, con soportes y cables y totalmente instalado.	9	9	11	9	9	9									

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
5.1.9	m	Tubo de acero para el paso de los cables, diámetro interno 13mm, trenzado en ambos extremos, electrogalvanizado exterior y protección antioxidante interior para la instalación en superficie, con los accesorios necesarios.	100	100	120	100	100	100						
<b>5.2</b>		<b>Detección de fuegos y extinción</b>												
5.2.1	ut	Panel central de fuegos, control analógico de 4 bucles. Con una capacidad de 198 puntos por bucle (sensores analógicos y módulos digitales), completamente programable. Potencia 230Vac/24Vdc 6 Amp., incluyendo baterías, detectores térmicos y ópticos de humos, sirena analógica electrónica, botón de configuración de alarma de fuego, incluyendo el cableado y la instalación.	1	1	1	1	1	1						
5.2.2	ut	Extintor de dióxido de carbono (CO2) y extintores de polvo seco (10 kg). Señales luminosas.	2	2	3	2	2	2						
<b>5.3</b>		<b>Ventilación general</b>												

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
5.3.1	ut	Ventilador axial de 400 V trifásico de 3000 m <sup>3</sup> /h de flujo máximo de aire, alta presión y fijado con tornillos. Parrillas incluidas.	5	5	5	5	5	5						
5.3.2	ut	Inversor de apertura de cassette, con unidades internas y externas. Poder refrigerante de 8,5 kW y 10 kW de potencia de calefacción. Con líquido refrigerante R410a. Dimensiones de tubería 3/8"-5/8", 50m de distancia máxima entre unidades. 34 kg la unidad interna y 70 kg la unidad externa. Completo con tuberías, accesorios y soportes. Habitación de control.	1	1	1	1	1	1						
5.3.3	ut	Inversor de apertura de cassette, con unidades internas y externas. Poder refrigerante de 13,3 kW y 16 kW de potencia de calefacción. Con líquido refrigerante R410a. Dimensiones de tubería 3/8"-5/8", 70m de distancia máxima entre unidades. 40 kg la unidad interna y 105 kg la unidad externa. Completo con tuberías,	2	2	2	2	2	2						

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
		accesorios y soportes. Habitación de control.												
5.3.4	ut	Rejas exteriores de acero inoxidable de 2x2,8 m, con aletas y unidas a la estructura. Edificio del generador diésel.			2									
5.3.5	ut	Silenciador adjunto a la malla de reja de 5,6x2,7 m; 1 m de profundidad. Edificio del generador diésel.			2									
5.3.6	ut	Rejas exteriores de acero inoxidable de 5,6x2,78 m, con aletas y unidas a la estructura. Edificio del generador diésel.			1									
<b>5.4</b>		<b>Servicios de agua</b>												
5.4.1	m	Tubería de PE DN18, instalada como conducción de entrega de agua, con uniones de soldadura débil, flexiones de tubería, secciones, refuerzos, test de presión por secciones, fijada con insertos de goma, con ranuras de corte para tuberías, penetración en el suelo, muros de acero reforzado y de	50	50	50	50	50	50						

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA					
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH	
		ladrillo, sus subsecuentes restauraciones. Completo con estructuras de fijación y soporte.													
5.4.2	m	Tubería de acero galvanizado 3/8", instalada como conducción de entrega de agua, con uniones de soldadura débil, flexiones de tubería, secciones, refuerzos, test de presión por secciones, fijada con insertos de goma, con ranuras de corte para tuberías, penetración en el suelo, muros de acero reforzado y de ladrillo, sus subsecuentes restauraciones. Completo con estructuras de fijación y soporte.	5	5	5	5	5	5							
5.4.3	m	Tubería de hierro colado DN110 para drenaje con bridas de conexión especiales.	50	50	50	50	50	50							
5.4.4	ut	Conexión al sistema público de aguas	1	1	1	1	1	1							
5.4.5	ut	Contador de agua con conexiones, completo con válvulas, accesorios y cabina.	1	1	1	1	1	1							

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
5.4.6	ut	Calentador eléctrico de agua, de 25 l de capacidad, accesorios y soportes incluidos.	1	1	1	1	1	1						
5.4.7	ut	Equipo WC con las siguientes aplicaciones: -1 bowl de lavabo, con asiento blanco. Lavabo montado contra pared con asiento. Unidad de montaje para lavabo montado contra pared, para construcción de pared en frente de él. Profundidad máxima de 15 cm, completo con todo el equipo necesario para su operación, 6-9 litros, con tanque de agua detrás de la pared, operado desde el frente, con grifo plateado con válvula de corte de reservas y tubería flexible de conexión.	1	1	1	1	1	1						
5.4.8	ut	Lavabo construido en madera on con agua fría y caliente con las siguientes ampliaciones: - 1 lavabo de semi-porcelana con un agujero en medio para el tapón - 1 batería de válvula de pie con kit de salida	1	1	1	1	1	1						



Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
		plateado - 2 Válvulas de ángulo plateadas con roseta de cubrimiento - 2 placas de pared, - 1 Sifón.												
<b>5.5</b>		<b>Anti intrusión</b>												
5.5.1	ut	Central anti-intrusos y sensores para la detección de intrusiones. Completamente instalado y conectado.	1	1	2	1	1	1						

6. CONDUCCIÓN ENTERRADA PARA LA CONEXIÓN CON TEIAS

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAĞI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
<b>6.</b>		<b>Conducción (enterrada) para la conexión con TEIAS</b>												
6.1	m	Conducción subterránea consistente en 4 tubes bicapa PE de 200 mm de diámetro, señalizados por cinta. Se incluyen las conexiones a los pozos de registro, señalización y ayuda de albañilería. Realizado según las normas de TEIAS. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.						3.000	300	800	3.000	8.000	8.000	
6.2	m	Suministro, emplazamiento y conexión de tres cables de corazón de cobre 26/45kV 1x185mm <sup>2</sup> incluyendo la parte proporcional de empalmes y						3.000	300	800	3.000	8.000	8.000	

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN IBRAHIMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENIMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH
		conexiones. Completamente conectado y probado, incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.												
6.3	m	8 cables de fibra óptica para controlar la entrada 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar						3.000	300	800	3.000	8.000	8.000	
6.4	ut	Pozo de registro prefabricado de hormigón con una sección cuadrada de 80x80 cm y 85 cm de profundidad, incluyendo la apertura de hoyo y relleno compacto (incluyendo material), juntas, material de sellado. Cada 30 m. entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar y para la conexión	43		3		267		100	10	27	100	267	267

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN IBRAHIMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENIMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAHI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH
		de la subestación a la red de 154 kV.												
6.5	m	Conducción subterránea consistente en 4 tubos bicapa PE de 200 mm de diámetro y dos tubes PE bicapa de 110 mm de diámetro, señalizados por cinta. Se incluyen las conexiones a los pozos de registro, señalización y ayuda de albañilería. Realizado según las normas de TEIAS. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.	1.300		100		8.000							
6.6	m	Suministro, emplazamiento y conexión de tres cables de corazón de cobre 127/220kV 1x630mm <sup>2</sup> . Aislamiento XLPE. Incluyendo	1.300		100		8.000							

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN IBRAHIMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDIK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENIMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDIK	ESTACIÓN FATİH
		la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente conectado y probado, incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.												
6.7	m	8 cables de fibra óptica para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.	1.300		100		8.000							
6.8	m	Reemplazo del cable existente de 34.5 kV por uno nuevo consistente en tres cables de corazón de aluminio 127/220kV 1x500mm <sup>2</sup> . Aislamiento XLPE. Incluyendo la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente probado y conectado.		150										

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAJI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
		incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.												
6.9	m	Reemplazo de la fibra óptica por 8 cables de fibra óptica para la conexión de la subestación a la red de 154 kV		150										

7 Y 8. LÍNEA AÉREA PARA LA CONEXIÓN DE 154 KV DE TEIAS Y GENERAL

Item	Unidad	Descripción	EUROPA		ASIA			EUROPA		ASIA				
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAĞI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
<b>7.</b>		<b>Línea aérea para la conexión de 154 kV de TEIAS</b>												
7.1	ut	Postes de OHL para la línea aérea de alimentación de 154 kV (uno cada 250 m).	3			8								
7.2	ut	Toma de tierra de soporte metálico vía anillo difusor de 50 mm <sup>2</sup> de cable de cobre unido a un vástago de L=2 m Ø 18 mm.	3			8								
7.3	ut	Símbolo de "Riesgo eléctrico" en soportes metálicos de acuerdo a los estándares de TEIAS.	3			8								
7.4	m <sup>3</sup>	Lugar de hormigón para las vibraciones y bombeo, utilizado en las fundiciones de OHL.	36			96								
7.5	ut	Tres conductores de aluminio - acero para las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo con los estándares de TEIAS (3x500 mm <sup>2</sup> Al)	700			2.000								
7.6	ut	Dos conductores de aluminio-acero para las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo con los estándares de TEIAS.						8.000						
7.7	ut	Conductor de aluminio-acero para proteger las líneas aéreas de alta	700			2.000								

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	EUROPA			ASIA			EUROPA		ASIA			
			SUBESTACIÓN HALKALI	SUBESTACIÓN VELIEFENDI	SUBESTACIÓN İBRAHİMAĞA (KADIKOY)	SUBESTACIÓN IDEALTEPE	SUBESTACIÓN PENDİK	SUBESTACIÓN OSMANGAZI	ESTACIÓN HALKALI	ESTACIÓN YENİMAHALLE	ESTACIÓN SÖĞÜTLÜÇESME	ESTACIÓN SÜREYYA PLAĞI	ESTACIÓN PENDİK	ESTACIÓN FATİH
		tensión de acuerdo a los estándares de TEIAS.												
7.8	ut	Desmantelamiento de los postes de OHL para el feeder aéreo de 154 kV y transporte al punto de almacenamiento.				8								
<b>8.</b>		<b>General</b>												
8.1	ut	Ingeniería y diseño (incluyendo planos de detalle) (10% de los trabajos de ejecución)	1,00	1,00	1	1	1	1						
8.2	ut	Piezas de recambio y herramientas (3% de los trabajos de ejecución)	1,00	1,00	1	1	1	1						
8.3	ut	Documentación (0.5% de los trabajos de ejecución)	1,00	1,00	1	1	1	1						



## Precios unitarios

### 1. EQUIPO DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
<b>1</b>		<b>Equipo de alta y media tensión</b>							
1.1	ut	Conmutador con aislamiento de gas 154 kV - 1250 A Instalación intemperie.	4.600,00 0,00		400,00 0,00		100.000,00	100,00 0,00	150.000,00
1.2	ut	Pararallos / descargadores de tensión 30 kV, 10 kA	4.825,40		419,60		104,90	104,90	157,35
1.3	ut	Interruptor manual de doble polo 36 kV - 1250 A Instalación intemperie.	5.090,36		442,64		110,66	110,66	165,99
1.4	ut	Interruptores de circuito de un polo 36kV-1250 A instalación intemperie con tecnología de vacío y conectores de cables de señalización.	24.126,08		2.097,92		524,48	524,48	786,72
1.5	ut	Interruptor de un polo motorizado 36 kV - 1250 Instalación interior.	11.091,52		964,48		241,12	241,12	361,68
1.6	ut	Transformadores de intensidad 36 kV-2x300/5/5A para protección y medida.	3.829,96		333,04		83,26	83,26	124,89
1.7	ut	Transformador de servicio auxiliar con caja de resina 25/0.23 kV - 100 kVA instalación interior, con protección fusible 36 kV - 6A.	8.159,48		709,52		177,38	177,38	266,07
1.8	ut	Equipo de compensación de energía reactiva 5x1 MVar de potencia reactiva.	134.476,40		11.693,60		2.923,40	2.923,40	4.385,10
1.9	ut	Desconectador manual de un polo de chapa metálica 36 kV-1250A Instalación interior.	12.410,80		1.079,20		269,80	269,80	404,70
1.10	ut	Filtro armónico	736.000,00		64.000,00		16.000,00	16.000,00	24.000,00

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
1.11	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 25 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre rail en pedestal, cortafuegos.	1.196.000,00		104.000,00		26.000,00	26.000,00	39.000,00
1.12	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 30 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre rail en pedestal, cortafuegos.	1.472.000,00		128.000,00		32.000,00	32.000,00	48.000,00
1.13	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 15 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre rail en pedestal, cortafuegos.	736.000,00		64.000,00		16.000,00	16.000,00	24.000,00
1.16	m	Cableado en el lado de alta tensión con conductores Al aislados 127/220kV 1x500mm <sup>2</sup>	28,00		7,00		0,61	0,61	0,91
1.17	m	Cableado en el lado de media tensión con conductores Al aislados 26/45kV 1x300mm <sup>2</sup>	24,00		6,00		0,52	0,52	0,78
1.18	ut	Generador diésel con chasis aislado para las vibraciones. 2 MW. 50 Hz, monofásico, 25 kV	368.000,00		32.000,00		8.000,00	8.000,00	12.000,00
1.19	ut	Contenedor diésel , 30.000 l	13.180,84		1.146,16		286,54	286,54	429,81
1.21	ut	Proceso legal para conexión a la red de 154 o 34,5 kV, de acuerdo con las regulaciones de la compañía de suministro de potencia, así como el coste de su aprobación.				15.000,00			

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
1.22	ut	Presupuesto estimado para el estudio de interferencia electromagnética (EMI) en cada subestación para probar que el equipo instalado no generará EMI que afecte a otros sistemas como laboratorios, hospitales o instalaciones de telecomunicaciones.		15.000,00					
1.23	ut	Suministro y montaje de la barra de bus negativa en la subestación incluyendo la tira de contacto doble de cobre, 3 cables de cobre 3x(1x300)mm <sup>2</sup> conectados a cada raíl unido a tierra en la línea de tierra.	3.772,00		328,00		82,00	82,00	123,00
1.24	ut	Banco capacitivo de interior en recinto metálico (5 MVar)	6.955,20		604,80		151,20	151,20	226,80
1.25	ut	Instalación de pruebas para la calibración y verificación de los relés de protección con cuatro sets de test portátiles para solucionar problemas y calibración en el laboratorio eléctrico de Halkali	138.000,00		12.000,00		3.000,00	3.000,00	4.500,00
1.26	ut	Equipo en cada subestación: Cabina de seguridad AC; Cabina de seguridad DC, Caja de almacenamiento de fusibles HRC para cada circuito, llave de seguridad, trípode aislado, alfombra aislada, guantes aislados y bastón de tierra para conectar a tierra.	46.000,00		4.000,00		1.000,00	1.000,00	1.500,00
1.27	m	Cable de retorno de corriente a la subestación, Cu 240 mm <sup>2</sup>		25,00					
1.28	ut	Cese y desmantelamiento de todos los equipos de HV y MV existentes en las subestaciones		15.000,00					

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

2. EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

Item	Unidad	Descripción	Entrega de material es. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de subsistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de subsistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de subsistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
<b>2.</b>		<b>Equipo de baja tensión</b>							
2.1	ut	Panel de distribución de baja tensión (230 Vac), con entrada monofásica e interruptor de circuito de protección de 250 A, con medida de los valores de corriente y tensión en el panel de entrada, y como mínimo 30 salidas protegidas con interruptores automáticos de 6 - 16 A (en función de la potencia del circuito), completamente instalado y montado.	20.355,19		1.770,02		442,50	442,50	663,76
2.2	ut	Panel de control de corriente continua de baja tensión con 30 salidas bipolares, protegido con interruptores de circuito automáticos de 6 - 40A (en función de la potencia del circuito), incluyendo medida y señalización y completamente instalado y montado.	17.678,45		1.537,26		384,31	384,31	576,47
2.3	ut	Rectificador de 110 VDC para las operaciones con la batería de acumulación de 65 a 100 Ah	21.176,13		1.841,40		460,35	460,35	690,53
2.4	ut	Rectificador 48 VDC para las operaciones con la batería de acumulación 48 VDC para el sistema de control remoto.	19.561,71		399,22		425,25	425,25	637,88
2.5	ut	Batería de acumulación de 110 VDC, de 65 a 100 Ah, sellada, sin mantenimiento	10.871,03		221,86		236,33	236,33	354,49
2.6	ut	Batería de acumulación de 48 VDC, de 65 a 100 Ah, sin mantenimiento, sellada	10.871,03		221,86		236,33	236,33	354,49

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
2.7	ut	Panel con el equipo para la protección del transformador de 154/25 kV. Deberá contener los relés de protección indicados y otro equipo necesario. Relés de protección: A) Relé del transformador contra sobrecorrientes. B) Relé Bucholz. C) Relé de máxima/mínima frecuencia. D) Protección de retorno de energía. En el panel frontal habrá un esquema en forma de mosaico con interruptores e indicadores de posición, desconectores, reguladores de tensión, medida de tensión y corriente. Se preverá la señalización en el panel así como la transmisión de señales de control al sistema de control remoto.	104.482,56		9.085,44		2.271,36	2.271,36	3.407,04
2.8	ut	Panel con el equipo de protección y gestión del feeder de 25 kV. Relés de protección: A) Relé de sobrecorriente en el feeder de 25 kV. B) Relés de protección de distancia. En el panel frontal habrá un esquema en forma de mosaico con interruptores de circuito e indicadores de posición de los dispositivos de 25 kV y la medida de corriente y tensión en cada feeder. Las dimensiones del panel son 800 x 600 x 2000 mm.	41.793,02		12.286,98		908,54	908,54	1.362,82
2.9	ut	Armario de conductor de retorno de corriente. Bus Cu 50 x 5...500 mm. Transformador de corriente 1kV, 600/5 A, 30 VA, kl 10P10. (ut 2). Material de	4.975,36		432,64		108,16	108,16	162,24

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
		conexión.							
2.10	ut	Cables de control y señalización.	4.724,20		410,80		102,70	102,70	154,05
2.11	ut	Coste del proceso legal para la conexión a la red de 0.4 kV de acuerdo a las regulaciones de la compañía de suministro eléctrico, así como el coste de su aprobación.				10.000,00			
2.12	m	Suministro e instalación de placa de 600x60mm perforada de acero galvanizado enganchada en el suelo, con la proporción de uniones, ángulos y abroches. Totalmente montada.	79,12		6,88		1,72	1,72	2,58
2.13	ut	Batería UPS, 15 Kva	7.820,00		680,00		170,00	170,00	255,00

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

3 Y 4. RED DE TIERRA Y SCADA

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
<b>3.</b>		<b>Red de tierra</b>							
3.1	m	Cable de tierra. Cable de cobre desnudo con una sección de 95 mm <sup>2</sup> , establecido en una zanja, con una parte proporcional de soldadura aluminotérmica. Incluye excavación y encubrimiento.		17,20					
3.2	ut	Tachuela de tierra. Tachuela de tierra, de 2 m de largo con una sección de 95 mm <sup>2</sup> , incluye los elementos de conexión. Completamente instalada y conectada.		10,00					
3.3	ut	Hoyo de conexión a tierra, tamaño 40x40x60		154,00					
<b>4.</b>		<b>SCADA</b>							
4.1	ut	Suministro y montaje de un armario de control remoto y programación del software de gestión, generación de imágenes y comunicación para adaptación al control remoto de la subestación con el hardware necesario para permitir la unión con la red de transmisión.	54.000,00		6.000,00		1.173,91	1.173,91	1.760,87

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

5. SERVICIOS EN LOS EDIFICIOS

Item	Unidad	Descripción	Entrega de material es. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
<b>5.</b>		<b>Servicios en los edificios</b>							
<b>5.1</b>		<b>Potencia y alumbrado</b>							
5.1.1	m	Cable de cobre (1x2,5)+(1x2,5)+TT mm2, de tipo retardante al fuego, aislamiento 0.6 / 1kV XLPE y cubierto con material termoestable, con emisión nula de gas halogenado, instalado en bandeja, tubería, conducto o soporte metálico, completamente instalado y conectado.	1,91		0,17		0,04	0,04	0,06
5.1.2	m	Cable de cobre (1x2,5)+(1x2,5)+TT mm2, de tipo retardante al fuego, aislamiento 0.6 / 1kV XLPE y cubierto con material termoestable, con emisión nula de gas halogenado, instalado en bandeja, tubería, conducto o soporte metálico, completamente instalado y conectado.	2,21		0,19		0,05	0,05	0,07
5.1.3	ut	Luz autónoma de emergencia de 8W y 2h de autonomía con instalación y accesorios de conexión	276,00		24,00		6,00	6,00	9,00
5.1.4	ut	Luminaria INDAL mod. MULTIVAC 110-IXP-2x36W TCL o similar. Dos lámparas compactas fluorescentes 2x36W TCL lineal, consistentes en: capa inyectada en aleación ligera, color gris RAL 7035 brillante con cierre de silicona y pestillos de cierre en el perfil extruido. Nivel de protección IP-65. IK 10. Class I.	188,60		16,40		4,10	4,10	6,15



Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
5.1.5	ut	Luz inferior INDAL mod. 2x13W TCDEL 25213EL o similar. Cuerpo compuesto de aluminio reflectante, brillante anodizado. Incluye equipo electrónico. Nivel de protección IP-30. IK 03. Class I.	159,16		13,84		3,46	3,46	5,19
5.1.6	ut	Toma de corriente trifásica 400/3/50	55,20		4,80		1,20	1,20	1,80
5.1.7	ut	Toma de corriente monofásica 230/1/50	41,40		3,60		0,90	0,90	1,35
5.1.8	ut	Interruptor, con soportes y cables y totalmente instalado.	32,20		2,80		0,70	0,70	1,05
5.1.9	m	Tubo de acero para el paso de los cables, diámetro interno 13mm, trenzado en ambos extremos, electrogalvanizado exterior y protección antioxidante interior para la instalación en superficie, con los accesorios necesarios.	13,80		1,20		0,30	0,30	0,45
<b>5.2</b>		<b>Detección de fuegos y extinción</b>							
5.2.1	ut	Panel central de fuegos, control analógico de 4 bucles. Con una capacidad de 198 puntos por bucle (sensores analógicos y módulos digitales), completamente programable. Potencia 230Vac/24Vdc 6 Amp., incluyendo baterías, detectores térmicos y ópticos de humos, sirena analógica electrónica, botón de configuración de alarma de fuego, incluyendo el cableado y la instalación.	7.483,28		650,72		162,68	162,68	244,02
5.2.2	ut	Extintor de dióxido de carbono (CO2) y extintores de polvo seco (10 kg). Señales luminosas.	862,96		75,04		18,76	18,76	28,14
<b>5.3</b>		<b>Ventilación general</b>							

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
5.3.1	ut	Ventilador axial de 400 V trifásico de 3000 m <sup>3</sup> /h de flujo máximo de aire, alta presión y fijado con tornillos. Parrillas incluidas.	883,20		76,80		19,20	19,20	28,80
5.3.2	ut	Inversor de apertura de cassette, con unidades internas y externas. Poder refrigerante de 8,5 kW y 10 kW de potencia de calefacción. Con líquido refrigerante R410a. Dimensiones de tubería 3/8"-5/8", 50m de distancia máxima entre unidades. 34 kg la unidad interna y 70 kg la unidad externa. Completo con tuberías, accesorios y soportes. Habitación de control.	1.656,00		144,00		36,00	36,00	54,00
5.3.3	ut	Inversor de apertura de cassette, con unidades internas y externas. Poder refrigerante de 13,3 kW y 16 kW de potencia de calefacción. Con líquido refrigerante R410a. Dimensiones de tubería 3/8"-5/8", 70m de distancia máxima entre unidades. 40 kg la unidad interna y 105 kg la unidad externa. Completo con tuberías, accesorios y soportes. Habitación de control.	8.096,00		704,00		176,00	176,00	264,00
5.3.4	ut	Rejas exteriores de acero inoxidable de 2x2,8 m, con aletas y unidas a la estructura. Edificio del generador diésel.	1.051,56		91,44		22,86	22,86	34,29
5.3.5	ut	Silenciador adjunto a la malla de reja de 5,6x2,7 m; 1 m de profundidad. Edificio del generador diésel.	5.842,00		508,00		127,00	127,00	190,50
5.3.6	ut	Rejas exteriores de acero inoxidable de 5,6x2,78 m, con aletas y unidas a la estructura.	2.633,96		229,04		57,26	57,26	85,89

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
		Edificio del generador diésel.							
<b>5.4</b>		<b>Servicios de agua</b>							
5.4.1	m	Tubería de PE DN18, instalada como conducción de entrega de agua, con uniones de soldadura débil, flexiones de tubería, secciones, refuerzos, test de presión por secciones, fijada con insertos de goma, con ranuras de corte para tuberías, penetración en el suelo, muros de acero reforzado y de ladrillo, sus subsecuentes restauraciones. Completo con estructuras de fijación y soporte.	43,28		3,76		0,94	0,94	1,41
5.4.2	m	Tubería de acero galvanizado 3/8", instalada como conducción de entrega de agua, con uniones de soldadura débil, flexiones de tubería, secciones, refuerzos, test de presión por secciones, fijada con insertos de goma, con ranuras de corte para tuberías, penetración en el suelo, muros de acero reforzado y de ladrillo, sus subsecuentes restauraciones. Completo con estructuras de fijación y soporte.	9,43		0,82		0,21	0,21	0,31
5.4.3	m	Tubería de hierro colado DN110 para drenaje con bridas de conexión especiales.	156,40		13,60		3,40	3,40	5,10
5.4.4	ut	Conexión al sistema público de aguas	2.944,00		256,00		64,00	64,00	96,00
5.4.5	ut	Contador de agua con conexiones, completo con válvulas, accesorios y cabina.	2.116,00		184,00		46,00	46,00	69,00
5.4.6	ut	Calentador eléctrico de agua, de 25 l de capacidad, accesorios y soportes incluidos.	322,00		28,00		7,00	7,00	10,50

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
5.4.7	ut	Equipo WC con las siguientes aplicaciones: -1 bowl de lavabo, con asiento blanco. Lavabo montado contra pared con asiento. Unidad de montaje para lavabo montado contra pared, para construcción de pared en frente de él. Profundidad máxima de 15 cm, completo con todo el equipo necesario para su operación, 6-9 litros, con tanque de agua detrás de la pared, operado desde el frente, con grifo plateado con válvula de corte de reservas y tubería flexible de conexión.	230,00		20,00		5,00	5,00	7,50
5.4.8	ut	Lavabo construido en madera con agua fría y caliente con las siguientes ampliaciones: - 1 lavabo de semi-porcelana con un agujero en medio para el tapón - 1 batería de válvula de pie con kit de salida plateado - 2 Válvulas de ángulo plateadas con roseta de cubrimiento - 2 placas de pared, - 1 Sifón.	230,00		20,00		5,00	5,00	7,50
<b>5.5</b>		<b>Anti intrusión</b>							
5.5.1	ut	Central anti-intrusos y sensores para la detección de intrusiones. Completamente instalado y conectado.	3.956,00		344,00		86,00	86,00	129,00

6. CONDUCCIÓN ENTERRADA PARA LA CONEXIÓN CON TEIAS

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
<b>6.</b>		<b>Conducción (enterrada) para la conexión con TEIAS</b>							
6.1	m	Conducción subterránea consistente en 4 tubos bicapa PE de 200 mm de diámetro, señalizados por cinta. Se incluyen las conexiones a los pozos de registro, señalización y ayuda de albañilería. Realizado según las normas de TEIAS. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.				96,00			
6.2	m	Suministro, emplazamiento y conexión de tres cables de corazón de cobre 26/45kV 1x185mm <sup>2</sup> incluyendo la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente conectado y probado, incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.				93,00			
6.3	m	8 cables de fibra óptica para controlar la entrada 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar				6,00			
6.4	ut	Pozo de registro prefabricado de hormigón con una sección cuadrada de 80x80 cm y 85 cm de profundidad, incluyendo la apertura de hoyo y relleno compacto (incluyendo material), juntas, material de sellado. Cada 30 m. entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar y para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.				324,00			

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
6.5	m	Conducción subterránea consistente en 4 tubos bicapa PE de 200 mm de diámetro y dos tubos PE bicapa de 110 mm de diámetro, señalizados por cinta. Se incluyen las conexiones a los pozos de registro, señalización y ayuda de albañilería. Realizado según las normas de TEIAS. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.				103,00			
6.6	m	Suministro, emplazamiento y conexión de tres cables de corazón de cobre 127/220kV 1x630mm <sup>2</sup> . Aislamiento XLPE. Incluyendo la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente conectado y probado, incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.				113,00			
6.7	m	8 cables de fibra óptica para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.				12,00			
6.8	m	Reemplazo del cable existente de 34.5 kV por uno nuevo consistente en tres cables de corazón de aluminio 127/220kV 1x500mm <sup>2</sup> . Aislamiento XLPE. Incluyendo la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente probado y conectado. incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.				156,00			
6.9	m	Reemplazo de la fibra óptica por 8 cables de fibra óptica para la conexión de la subestación a la red de 154 kV				15,00			

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-

7 y 8 LÍNEA AÉREA PARA LA CONEXIÓN DE 154 KV DE TEIAS Y GENERAL

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
<b>7.</b>		<b>Línea aérea para la conexión de 154 kV de TEIAS</b>							
7.1	ut	Postes de OHL para la línea aérea de alimentación de 154 kV (uno cada 250 m).				12.356,00			
7.2	ut	Toma de tierra de soporte metálico vía anillo difusor de 50 mm <sup>2</sup> de cable de cobre unido a un vástago de L=2 m Ø 18 mm.				153,00			
7.3	ut	Símbolo de "Riesgo eléctrico" en soportes metálicos de acuerdo a los estándares de TEIAS.				13,16			
7.4	m <sup>3</sup>	Lugar de hormigón para las vibraciones y bombeo, utilizado en las fundiciones de OHL.				9,13			
7.5	ut	Tres conductores de aluminio - acero para las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo con los estándares de TEIAS (3x500 mm <sup>2</sup> Al)				105,00			

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

Item	Unidad	Descripción	Entrega de materiales. Precio unitario (EUR)	Precio de construcción (EUR)	Precio de instalación (EUR)	Precio de conexión con TEIAS (Euros)	Prueba de sistema (SAT 1) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 2) precio (Euros) -2% de materiales-	Prueba de sistema (SAT 3) precio (Euros) -3% de materiales-
7.6	ut	Dos conductores de aluminio-acero para las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo con los estándares de TEIAS.				30,00			
7.7	ut	Conductor de aluminio-acero para proteger las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo a los estándares de TEIAS.				25,00			
7.8	ut	Desmantelamiento de los postes de OHL para el feeder aéreo de 154 kV y transporte al punto de almacenamiento.				4.356,00			
<b>8.</b>		<b>General</b>							
8.1	ut	Ingeniería y diseño (incluyendo planos de detalle) (10% de los trabajos de ejecución)							
8.2	ut	Piezas de recambio y herramientas (3% de los trabajos de ejecución)							
8.3	ut	Documentación (0.5% de los trabajos de ejecución)							



**Cantidades totales a pagar**

Item	Unidad	Descripción	Cantidad (EUR)
<b>1</b>		<b>Equipo de alta y media tensión</b>	
1.1	ut	Conmutador con aislamiento de gas 154 kV - 1250 A Instalación intemperie.	<b>32.100.000,00</b>
1.2	ut	Pararrallos / descargadores de tensión 30 kV, 10 kA	<b>269.383,00</b>
1.3	ut	Interruptor manual de doble polo 36 kV - 1250 A Instalación intemperie.	<b>319.697,00</b>
1.4	ut	Interruptores de circuito de un polo 36kV-1250 A instalación intemperie con tecnología de vacío y conectores de cables de señalización.	<b>1.515.223,00</b>
1.5	ut	Interruptor de un polo motorizado 36 kV - 1250 Instalación interior.	<b>386.998,00</b>
1.6	ut	Transformadores de intensidad 36 kV-2x300/5/5A para protección y medida.	<b>195.993,00</b>
1.7	ut	Transformador de servicio auxiliar con caja de resina 25/0.23 kV - 100 kVA instalación interior, con protección fusible 36 kV - 6A.	<b>113.879,00</b>
1.8	ut	Equipo de compensación de energía reactiva 5x1 MVAR de potencia reactiva.	<b>938.411,00</b>
1.9	ut	Desconectador manual de un polo de chapa metálica 36 kV-1250A Instalación interior.	<b>187.645,00</b>
1.10	ut	Filtro armónico	<b>5.136.000,00</b>
1.11	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 25 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre raíl en pedestal, cortafuegos.	<b>5.564.000,00</b>
1.12	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 30 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre raíl en pedestal, cortafuegos.	<b>6.848.000,00</b>
1.13	ut	Transformador con aislamiento de aceite, de tipo intemperie, frecuencia 50 Hz, potencia 15 MVA, relación de transformación 154/25 kV, cambiador de llave en carga, montado sobre raíl en pedestal, cortafuegos.	<b>3.424.000,00</b>
1.16	m	Cableado en el lado de alta tensión con conductores AI aislados 127/220kV 1x500mm <sup>2</sup>	<b>133.668,00</b>
1.17	m	Cableado en el lado de media tensión con conductores AI aislados 26/45kV 1x300mm <sup>2</sup>	<b>57.276,00</b>

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

1.18	ut	Generador diésel con chasis aislado para las vibraciones. 2 MW. 50 Hz, monofásico, 25 kV	<b>856.000,00</b>
1.19	ut	Contenedor diésel , 30.000 l	<b>30.660,00</b>
1.21	ut	Proceso legal para conexión a la red de 154 o 34,5 kV, de acuerdo con las regulaciones de la compañía de suministro de potencia, así como el coste de su aprobación.	<b>135.000,00</b>
1.22	ut	Presupuesto estimado para el estudio de interferencia electromagnética (EMI) en cada subestación para probar que el equipo instalado no generará EMI que afecte a otros sistemas como laboratorios, hospitales o instalaciones de telecomunicaciones.	<b>90.000,00</b>
1.23	ut	Suministro y montaje de la barra de bus negativa en la subestación incluyendo la tira de contacto doble de cobre, 3 cables de cobre 3x(1x300)mm <sup>2</sup> conectados a cada raíl unido a tierra en la línea de tierra.	<b>26.322,00</b>
1.24	ut	Banco capacitivo de interior en recinto metálico (5 MVar)	<b>48.535,00</b>
1.25	ut	Instalación de pruebas para la calibración y verificación de los relés de protección con cuatro sets de test portátiles para solucionar problemas y calibración en el laboratorio eléctrico de Halkali	<b>160.500,00</b>
1.26	ut	Equipo en cada subestación: Cabina de seguridad AC; Cabina de seguridad DC, Caja de almacenamiento de fusibles HRC para cada circuito, llave de seguridad, trípode aislado, alfombra aislada, guantes aislados y bastón de tierra para conectar a tierra.	<b>321.000,00</b>
1.27	m	Cable de retorno de corriente a la subestación, Cu 240 mm <sup>2</sup>	<b>29.000,00</b>
1.28	ut	Cese y desmantelamiento de todos los equipos de HV y MV existentes en las subestaciones	<b>60.000,00</b>
			<b>58.947.190</b>
<b>2.</b>		<b>Equipo de baja tensión</b>	
2.1	ut	Panel de distribución de baja tensión (230 Vac), con entrada monofásica e interruptor de circuito de protección de 250 A, con medida de los valores de corriente y tensión en el panel de entrada, y como mínimo 30 salidas protegidas con interruptores automáticos de 6 - 16 A (en función de la potencia del circuito), completamente instalado y montado.	<b>142.043,00</b>
2.2	ut	Panel de control de corriente continua de baja tensión con 30 salidas bipolares, protegido con interruptores de circuito automáticos de 6 - 40A (en función de la potencia del circuito), incluyendo medida y señalización y completamente instalado y montado.	<b>123.361,00</b>
2.3	ut	Rectificador de 110 VDC para las operaciones con la batería de acumulación de 65 a 100 Ah	<b>147.769,00</b>
2.4	ut	Rectificador 48 VDC para las operaciones con la batería de acumulación 48 VDC para el sistema de control remoto.	<b>128.697,00</b>
2.5	ut	Batería de acumulación de 110 VDC, de 65 a 100 Ah, sellada, sin mantenimiento	<b>71.521,00</b>
2.6	ut	Batería de acumulación de 48 VDC, de 65 a 100 Ah, sin mantenimiento, sellada	<b>71.521,00</b>

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

2.7	ut	Panel con el equipo para la protección del transformador de 154/25 kV. Deberá contener los relés de protección indicados y otro equipo necesario. Relés de protección: A) Relé del transformador contra sobrecorrientes. B) Relé Bucholz. C) Relé de máxima/mínima frecuencia. D) Protección de retorno de energía. En el panel frontal habrá un esquema en forma de mosaico con interruptores e indicadores de posición, desconectores, reguladores de tensión, medida de tensión y corriente. Se preverá la señalización en el panel así como la transmisión de señales de control al sistema de control remoto.	<b>729.106,00</b>
2.8	ut	Panel con el equipo de protección y gestión del feeder de 25 kV. Relés de protección: A) Relé de sobrecorriente en el feeder de 25 kV. B) Relés de protección de distancia. En el panel frontal habrá un esquema en forma de mosaico con interruptores de circuito e indicadores de posición de los dispositivos de 25 kV y la medida de corriente y tensión en cada feeder. Las dimensiones del panel son 800 x 600 x 2000 mm.	<b>343.559,00</b>
2.9	ut	Armario de conductor de retorno de corriente. Bus Cu 50 x 5...500 mm. Transformador de corriente 1kV, 600/5 A, 30 VA, kl 10P10. (ut 2). Material de conexión.	<b>34.719,00</b>
2.10	ut	Cables de control y señalización.	<b>32.966,00</b>
2.11	ut	Coste del proceso legal para la conexión a la red de 0.4 kV de acuerdo a las regulaciones de la compañía de suministro eléctrico, así como el coste de su aprobación.	<b>20.000,00</b>
2.12	m	Suministro e instalación de placa de 600x60mm perforada de acero galvanizado enganchada en el suelo, con la proporción de uniones, ángulos y abroches. Totalmente montada.	<b>22.085,00</b>
2.13	ut	Batería UPS, 15 Kva	<b>54.570,00</b>
			1.921.917
<b>3.</b>		<b>Red de tierra</b>	
3.1	m	Cable de tierra. Cable de cobre desnudo con una sección de 95 mm <sup>2</sup> , establecido en una zanja, con una parte proporcional de soldadura aluminotérmica. Incluye excavación y encubrimiento.	<b>44.032,00</b>
3.2	ut	Tachuela de tierra. Tachuela de tierra, de 2 m de largo con una sección de 95 mm <sup>2</sup> , incluye los elementos de conexión. Completamente instalada y conectada.	<b>1.000,00</b>
3.3	ut	Hoyo de conexión a tierra, tamaño 40x40x60	<b>15.400,00</b>
			60.432
<b>4.</b>		<b>SCADA</b>	
4.1	ut	Suministro y montaje de un armario de control remoto y programación del software de gestión, generación de imágenes y comunicación para adaptación al control remoto de la subestación con el hardware necesario para permitir la unión con la red de transmisión.	<b>384.651,00</b>
			384.651
<b>5.</b>		<b>Servicios en los edificios</b>	
<b>5.1</b>		<b>Potencia y alumbrado</b>	

Sistema de suministro de potencia de tracción para la acutalización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

5.1.1	m	Cable de cobre (1x2,5)+(1x2,5)+TT mm2, de tipo retardante al fuego, aislamiento 0.6 / 1kV XLPE y cubierto con material termoestable, con emisión nula de gas halogenado, instalado en bandeja, tubería, conducto o soporte metálico, completamente instalado y conectado.	<b>693,00</b>
5.1.2	m	Cable de cobre (1x2,5)+(1x2,5)+TT mm2, de tipo retardante al fuego, aislamiento 0.6 / 1kV XLPE y cubierto con material termoestable, con emisión nula de gas halogenado, instalado en bandeja, tubería, conducto o soporte metálico, completamente instalado y conectado.	<b>803,00</b>
5.1.3	ut	Luz autónoma de emergencia de 8W y 2h de autonomía con instalación y accesorios de conexión	<b>8.025,00</b>
5.1.4	ut	Luminaria INDAL mod. MULTIVAC 110-IXP-2x36W TC-L o similar. Dos lámparas compactas fluorescentes 2x36W TCL lineal, consistentes en: capa inyectada en aleación ligera, color gris RAL 7035 brillante con cierre de silicona y pestillos de cierre en el perfil extruido. Nivel de protección IP-65. IK 10. Class I.	<b>20.399,00</b>
5.1.5	ut	Luz inferior INDAL mod. 2x13W TCDEL 25213EL o similar. Cuerpo compuesto de aluminio reflectante, brillante anodizado. Incluye equipo electrónico. Nivel de protección IP-30. IK 03. Class I.	<b>2.222,00</b>
5.1.6	ut	Toma de corriente trifásica 400/3/50	<b>449,00</b>
5.1.7	ut	Toma de corriente monofásica 230/1/50	<b>915,00</b>
5.1.8	ut	Interruptor, con soportes y cables y totalmente instalado.	<b>2.097,00</b>
5.1.9	m	Tubo de acero para el paso de los cables, diámetro interno 13mm, trenzado en ambos extremos, electrogalvanizado exterior y protección antioxidante interior para la instalación en superficie, con los accesorios necesarios.	<b>9.951,00</b>
<b>5.2</b>		<b>Detección de fuegos y extinción</b>	
5.2.1	ut	Panel central de fuegos, control analógico de 4 bucles. Con una capacidad de 198 puntos por bucle (sensores analógicos y módulos digitales), completamente programable. Potencia 230Vac/24Vdc 6 Amp., incluyendo baterías, detectores térmicos y ópticos de humos, sirena analógica electrónica, botón de configuración de alarma de fuego, incluyendo el cableado y la instalación.	<b>3.416,00</b>
5.2.2	ut	Extintor de dióxido de carbono (CO2) y extintores de polvo seco (10 kg). Señales luminosas.	<b>854,00</b>
<b>5.3</b>		<b>Ventilación general</b>	
5.3.1	ut	Ventilador axial de 400 V trifásico de 3000 m3/h de flujo máximo de aire, alta presión y fijado con tornillos. Parrillas incluidas.	<b>2.016,00</b>
5.3.2	ut	Inversor de apertura de cassette, con unidades internas y externas. Poder refrigerante de 8,5 kW y 10 kW de potencia de calefacción. Con líquido refrigerante R410a. Dimensiones de tubería 3/8"-5/8", 50m de distancia máxima entre unidades. 34 kg la unidad interna y 70 kg la unidad externa. Completo con tuberías, accesorios y soportes. Habitación de control.	<b>756,00</b>
5.3.3	ut	Inversor de apertura de cassette, con unidades internas y externas. Poder refrigerante de 13,3 kW y 16 kW de potencia de calefacción. Con líquido refrigerante R410a. Dimensiones de tubería 3/8"-5/8", 70m de distancia máxima entre unidades. 40 kg la unidad interna y 105 kg la unidad externa. Completo con tuberías, accesorios y soportes. Habitación de control.	<b>7.392,00</b>
5.3.4	ut	Rejas exteriores de acero inoxidable de 2x2,8 m, con aletas y unidas a la estructura. Edificio del generador diésel.	<b>161,00</b>

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

5.3.5	ut	Silenciador adjunto a la malla de reja de 5,6x2,7 m; 1 m de profundidad. Edificio del generador diésel.	889,00
5.3.6	ut	Rejas exteriores de acero inoxidable de 5,6x2,78 m, con aletas y unidas a la estructura. Edificio del generador diésel.	200,00
<b>5.4</b>		<b>Servicios de agua</b>	
5.4.1	m	Tubería de PE DN18, instalada como conducción de entrega de agua, con uniones de soldadura débil, flexiones de tubería, secciones, refuerzos, test de presión por secciones, fijada con insertos de goma, con ranuras de corte para tubertías, penetración en el suelo, muros de acero reforzado y de ladrillo, sus subsecuentes restauraciones. Completo con estructuras de fijación y soporte.	987,00
5.4.2	m	Tubería de acero galvanizado 3/8", instalada como conducción de entrega de agua, con uniones de soldadura débil, flexiones de tubería, secciones, refuerzos, test de presión por secciones, fijada con insertos de goma, con ranuras de corte para tubertías, penetración en el suelo, muros de acero reforzado y de ladrillo, sus subsecuentes restauraciones. Completo con estructuras de fijación y soporte.	21,00
5.4.3	m	Tubería de hierro colado DN110 para drenaje con bridas de conexión especiales.	3.570,00
5.4.4	ut	Conexión al sistema público de aguas	1.344,00
5.4.5	ut	Contador de agua con conexiones, completo con válvulas, accesorios y cabina.	966,00
5.4.6	ut	Calentador eléctrico de agua, de 25 l de capacidad, accesorios y soportes incluidos.	147,00
5.4.7	ut	Equipo WC con las siguientes aplicaciones: -1 bowl de lavabo, con asiento blanco. Lavabo montado contra pared con asiento. Unidad de montaje para lavabo montado contra pared, para construcción de pared en frente de él. Profundidad máxima de 15 cm, completo con todo el equipo necesario para su opearción, 6-9 litros, con tanque de agua detrás de la pared, operado desde el frente, con grifo plateado con válvula de corte de reservas y tubería flexible de conexión.	105,00
5.4.8	ut	Lavabo construido en madera on con agua fría y caliente con las siguientes ampliaciones: - 1 lavabo de semi-porcelana con un agujero en medio para el tapón - 1 batería de válvula de pie con kit de salida plateado - 2 Válvulas de ángulo plateadas con roseta de cubrimiento - 2 placas de pared, - 1 Sifón.	105,00
<b>5.5</b>		<b>Anti intrusión</b>	
5.5.1	ut	Central anti-intrusos y sensores para la detección de intrusiones. Completamente instalado y conectado.	2.107,00
			70.590
<b>6.</b>		<b>Conducción (enterrada) para la conexión con TEIAS</b>	
6.1	m	Conducción subterránea consistente en 4 tubos bicapa PE de 200 mm de diámetro, señalizados por cinta. Se incluyen las conexiones a los pozos de registro, señalización y ayuda de albañilería. Realizado según las normas de TEIAS. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.	2.217.600,00

Sistema de suministro de potencia de tracción para la actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

6.2	m	Suministro, emplazamiento y conexión de tres cables de corazón de cobre 26/45kV 1x185mm <sup>2</sup> incluyendo la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente conectado y probado, incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.	<b>2.148.300,00</b>
6.3	m	8 cables de fibra óptica para controlar la entrada 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar	<b>138.600,00</b>
6.4	ut	Pozo de registro prefabricado de hormigón con una sección cuadrada de 80x80 cm y 85 cm de profundidad, incluyendo la apertura de hoyo y relleno compacto (incluyendo material), juntas, material de sellado. Cada 30 m. entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar y para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.	<b>351.216,00</b>
6.5	m	Conducción subterránea consistente en 4 tubos bicapa PE de 200 mm de diámetro y dos tubos PE bicapa de 110 mm de diámetro, señalizados por cinta. Se incluyen las conexiones a los pozos de registro, señalización y ayuda de albañilería. Realizado según las normas de TEIAS. Entrada de 34,5 kV para suministro de potencia auxiliar.	<b>968.200,00</b>
6.6	m	Suministro, emplazamiento y conexión de tres cables de corazón de cobre 127/220kV 1x630mm <sup>2</sup> . Aislamiento XLPE. Incluyendo la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente conectado y probado, incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.	<b>1.062.200,00</b>
6.7	m	8 cables de fibra óptica para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.	<b>112.800,00</b>
6.8	m	Reemplazo del cable existente de 34.5 kV por uno nuevo consistente en tres cables de corazón de aluminio 127/220kV 1x500mm <sup>2</sup> . Aislamiento XLPE. Incluyendo la parte proporcional de empalmes y conexiones. Completamente probado y conectado. incluyendo el transporte, carga y descarga de material. Para la conexión de la subestación a la red de 154 kV.	<b>23.400,00</b>
6.9	m	Reemplazo de la fibra óptica por 8 cables de fibra óptica para la conexión de la subestación a la red de 154 kV	<b>2.250,00</b>
			<b>7.024.566,00</b>
<b>7.</b>		<b>Línea aérea para la conexión de 154 kV de TEIAS</b>	
7.1	ut	Postes de OHL para la línea aérea de alimentación de 154 kV (uno cada 250 m).	<b>135.916,00</b>
7.2	ut	Toma de tierra de soporte metálico vía anillo difusor de 50 mm <sup>2</sup> de cable de cobre unido a un vástago de L=2 m Ø 18 mm.	<b>1.683,00</b>
7.3	ut	Símbolo de "Riesgo eléctrico" en soportes metálicos de acuerdo a los estándares de TEIAS.	<b>145,00</b>
7.4	m <sup>3</sup>	Lugar de hormigón para las vibraciones y bombeo, utilizado en las fundiciones de OHL.	<b>1.205,00</b>
7.5	ut	Tres conductores de aluminio - acero para las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo con los estándares de TEIAS (3x500 mm <sup>2</sup> Al)	<b>283.500,00</b>
7.6	ut	Dos conductores de aluminio-acero para las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo con los estándares de TEIAS.	<b>240.000,00</b>
7.7	ut	Conductor de aluminio-acero para proteger las líneas aéreas de alta tensión de acuerdo a los estándares de TEIAS.	<b>67.500,00</b>
7.8	ut	Desmantelamiento de los postes de OHL para el feeder aéreo de 154 kV y transporte al punto de almacenamiento.	<b>34.848,00</b>



Sistema de suministro de potencia de tracción para la  
actualización de la línea ferroviaria turca Halkali - Gebze

			764.797
<b>8.</b>		<b>General</b>	
8.1	ut	Ingeniería y diseño (incluyendo planos de detalle) (10% de los trabajos de ejecución)	<b>6.516.506,00</b>
8.2	ut	Piezas de recambio y herramientas (3% de los trabajos de ejecución)	<b>1.954.955,00</b>
8.3	ut	Documentación (0.5% de los trabajos de ejecución)	<b>325.825,00</b>
			8.797.286
		<b>TOTAL SISTEMA DE POTENCIA DE TRACCIÓN</b>	<b>77.971.429,00</b>