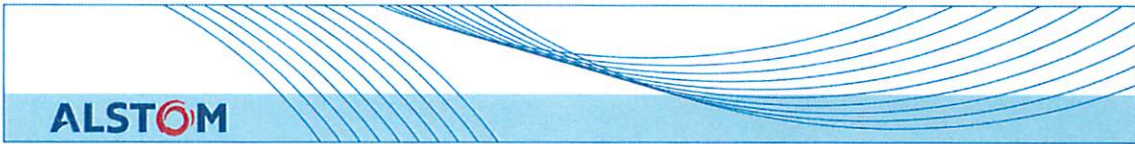




- 00000258

**- ANEXO 1E -**

**SIMULACIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICAS**



**SIMULACIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICAS**

**1 INTRODUCCIÓN ..... 2**

**2 ESPECIFICACIONES DE REFERENCIA ..... 2**

**3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ..... 2**

3.1 GENERAL ..... 2

3.1.1 CONFIGURACIÓN DEL TREN ..... 2

3.1.2 PESO ..... 2

3.1.3 ECUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL MOVIMIENTO ..... 3

3.1.4 DETALLES DEL TREN ..... 4

3.2 DETALLES DEL SISTEMA DE TRACCIÓN ..... 4

3.3 MEDIO AMBIENTE ..... 4

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL VIAJE ..... 5

**4 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE TRACCIÓN ..... 6**

**5 CÁLCULOS Y RESULTADOS ..... 7**

5.1 CÁLCULO CINEMÁTICO Y ELÉCTRICO ..... 7

5.2 CÁLCULO TÉRMICO ..... 8

5.2.1 TEMPERATURA DEL MOTOR DE TRACCIÓN ..... 8

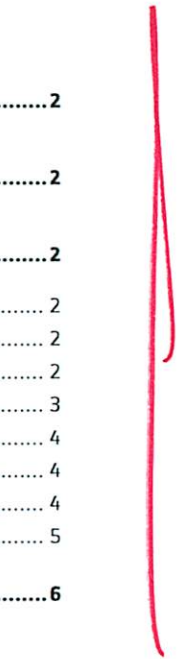
5.2.2 TEMPERATURA DE INVERSOR ..... 9

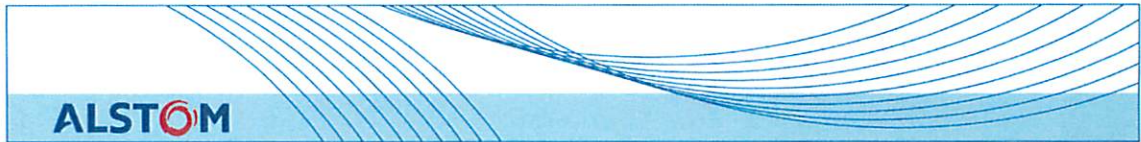
5.2.3 APLICACIÓN DE MARCHA LIBRE ..... 9

**6 CICLOS ..... 10**

6.1 DESEMPEÑO DE LOS CICLOS ..... 10

6.2 SECUENCIA DE SIMULACIÓN ..... 10





00000260

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los datos y el cálculo de desempeño para el proyecto Línea 12 de México.

## 2 ESPECIFICACIONES DE REFERENCIA

Requerimiento de especificación: Anexo Contrato Fabricación\_sección 2-10\_Desempeño de los Trenes.ing.doc

## 3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

### 3.1 GENERAL

Cliente STC METRO – Sistema de Transporte Coletivo METRO

#### 3.1.1 CONFIGURACIÓN DEL TREN

7 Coches (Tc-M-M-M-M-M-Tc)

Donde:

M: Coche motriz

Tc: Coche remolque

Longitud del coche

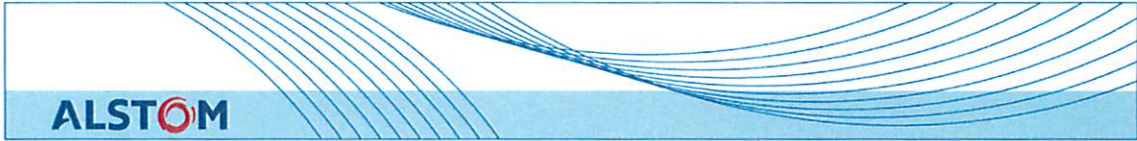
M aproximadamente 20,000m

Tc aproximadamente 20,150m

Longitud del tren aproximadamente 140,3m

#### 3.1.2 PESO

	Tc	M	Total TC-M-M-M-M-M-TC
<b>AW0 Tara</b>	31051	35381	239007
<b>AW1 4p/m<sup>2</sup> - Carga Normal</b>	40921	46651	315097
<b>AW2 6p/m<sup>2</sup> - Carga Nominal</b>	44351	50431	340857
<b>AW3 8p/m<sup>2</sup></b>	47851	54211	366757
<b>AW4 10p/m<sup>2</sup> - Exceptional</b>	51281	57991	392517
<b>Inercia de rotación</b>	2400	5100	30300

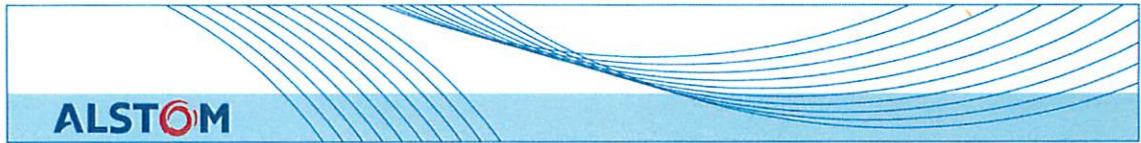


00000261

### 3.1.3 ECUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL MOVIMIENTO

$$TR (N) = 6.4 * M + 130 * n + 0.14 * M * V + [0.046 + 0.0065 * (N - 1)] * A * V^2$$

Con: M=Masa del tren en toneladas incluyendo inercia rotacional  
n=Número de ejes por tren  
V=Velocidad en km/h  
N=Número de vehículos del tren  
A=Área frontal en m<sup>2</sup>



### 3.1.4 DETALLES DEL TREN

Velocidad Máxima

80km/h

00000262

Desempeño para AW1 – 4p/m<sup>2</sup> CARGA NORMAL

Aceleración promedio

1,1 m/s<sup>2</sup> de 0 a 40 km/h

Desaceleración máxima

1,1 m/s<sup>2</sup> de 67 a 10 km/h

Jerk

0,8 m/s<sup>3</sup>

Radio de marcha

6.94:1

Eficiencia de marcha

0.97

Diámetro de rueda

A medio desgaste 805 mm (desempeño)

Número de motores

4 por coche motriz

Número de unidades onix

1 por coche motriz

### 3.2 DETALLES DEL SISTEMA DE TRACCIÓN

Voltaje nominal en tracción

1500 Vcc

Voltaje nominal en frenado

1650 Vcc

Voltaje mínimo de la línea

1000 Vcc

Voltaje máximo de la línea

1800 Vcc

Motor de tracción

4 LCA 2132

Inversor

Onix 152 HP

Inductancia

2,4mH

Resistor de frenado

1,7Ω

### 3.3 MEDIO AMBIENTE

Temperatura máxima

+42 °C

Temperatura mínima

-6 °C

Humedad mínima

75%

Humedad máxima

90 %

Lluvia

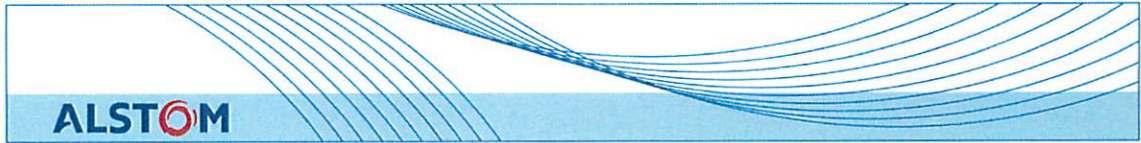
985mm /año

Altitud

2240m

Contaminación

Nivel alto



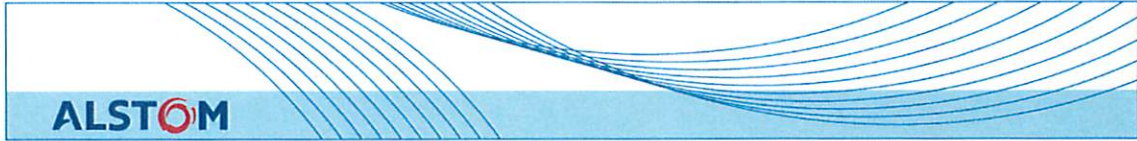
00000263

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DEL VIAJE

Referencia		<b>Line 12 (TLAHUAC – MIXCOAC)</b>
Longitud del viaje		47940,8 m (ida y vuelta)
Tiempo de paro en estación	17s	
Tiempo de regreso		180s
Número de estaciones	20	
Gradiente máximo		2%



Line\_profile\_max\_sped\_curve.xls



#### 4 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE TRACCIÓN

00000264

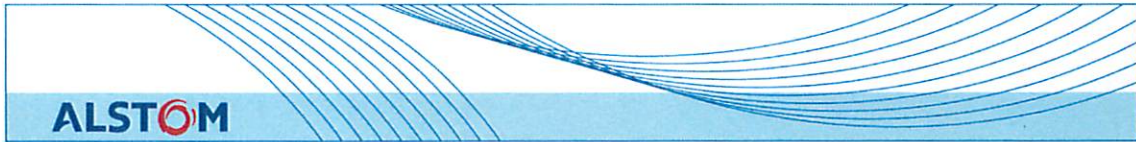
Los archivos abajo indicados contienen las características de la curva para los modos tracción y frenado.

- Esfuerzo tractivo (kN) - Velocidad (km/h)
- Aceleración (m/s<sup>2</sup>) - Velocidad (km/h)
- Esfuerzo de frenado (kN) - Velocidad (km/h)
- Desaceleración (m/s<sup>2</sup>) - Velocidad (km/h)

Simulación	Modo	Nombre de archivo	Hoja
AW1 4p/m <sup>2</sup> - Carga Normal	NORMAL	FDV-EBR130 R00.xls	Característica_R00
AW2 6p/m <sup>2</sup> - Carga Nominal	NORMAL	FDV-EBR130 R00.xls	Característica_R00
AW3 8p/m <sup>2</sup>	NORMAL	FDV-EBR130 R00.xls	Característica_R00
AW4 10p/m <sup>2</sup> - Exceptional	NORMAL	FDV-EBR130 R00.xls	Característica_R00



"FDV-EBRCL130  
R00.xls"



00000265

## 5 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Los archivos siguientes resumen el cálculo de desempeño para el sistema de tracción en modo normal y modo degradado.

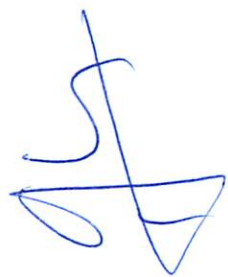
El cálculo de simulaciones fue hecho en la Línea 12.

### 5.1 CÁLCULO CINEMÁTICO Y ELÉCTRICO

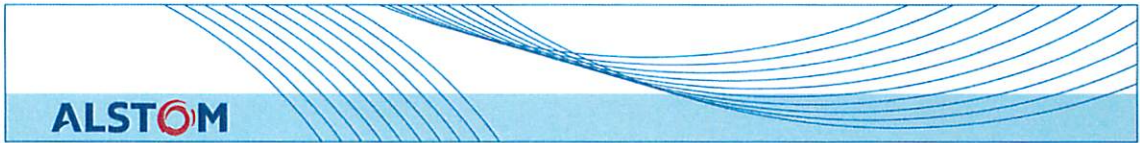
Simulación	Modo de simulación	Nombre de archivo	Hoja
7C 5M AW1 4p/m <sup>2</sup>	Normal	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW1 R00
7C 4M AW1 4p/m <sup>2</sup>	Degradado 1Mout	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW1 R00
7C 3M AW1 4p/m <sup>2</sup>	Degradado 2Mout	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW1 R00
7C 5M AW2 6p/m <sup>2</sup>	Normal	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW2 R00
7C 4M AW2 6p/m <sup>2</sup>	Degradado 1Mout	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW2 R00
7C 3M AW2 6p/m <sup>2</sup>	Degradado 2Mout	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW2 R00
7C 5M AW3 8p/m <sup>2</sup>	Normal	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW3 R00
7C 4M AW3 8p/m <sup>2</sup>	Degradado 1Mout	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW3 R00
7C 3M AW3 8p/m <sup>2</sup>	Degradado 2Mout	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW3 R00
7C 4M AW3 8p/m <sup>2</sup>	Normal	RESULT-EBR130 R00.xls	Result AW4 R00
		RESULT-EBR130 R00.xls	Table Of Values



"RESULT-EBR130  
R00.xls"







## 5.2 CÁLCULO TÉRMICO

00000266

### 5.2.1 TEMPERATURA DEL MOTOR DE TRACCIÓN

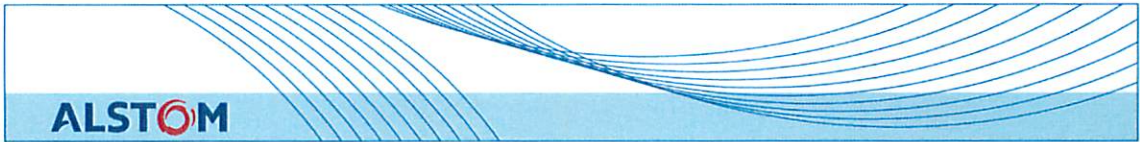
Simulación	Modo de Simulación	Nombre de archivo	Hoja
7C 5M AW1 4p/m <sup>2</sup>	Normal	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW1 R00
7C 5M AW1 4p/m <sup>2</sup>	Normal	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW1 R00
7C 4M AW1 4p/m <sup>2</sup>	Degradado 1Mout	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW1 R00
7C 3M AW1 4p/m <sup>2</sup>	Degradado 2Mout	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW1 R00
7C 5M AW2 6p/m <sup>2</sup>	Normal	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW2 R00
7C 4M AW2 6p/m <sup>2</sup>	Degradado 1Mout	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW2 R00
7C 3M AW2 6p/m <sup>2</sup>	Degradado 2Mout	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW2 R00
7C 5M AW3 8p/m <sup>2</sup>	Normal	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW3 R00
7C 4M AW3 8p/m <sup>2</sup>	Degradado 1Mout	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW3 R00
7C 3M AW3 8p/m <sup>2</sup>	Degradado 2Mout	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW3 R00
7C 5M AW4 10p/m <sup>2</sup>	Normal	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW4 R00
7C 5M AW4 10p/m <sup>2</sup>	Normal	MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Motor Tempe AW4 R00
		MOTOR TEMPERATURE REPORT R00.xls	Table of Values



"MOTOR  
TEMPERAT-EBRCL13"

*Handwritten signature in blue ink.*

*Handwritten signature in red ink.*



00000267

### 5.2.2 TEMPERATURA DE INVERSOR

Simulación	Modo de Simulación	Nombre de archivo	Hoja
7C 5M AW1 4p/m <sup>2</sup> EUPEC	Normal	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW1 R00
7C 4M AW1 4p/m <sup>2</sup> EUPEC	Degradado 1Mout	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW1 R00
7C 3M AW1 4p/m <sup>2</sup> EUPEC	Degradado 2Mout	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW1 R00
7C 5M AW2 6p/m <sup>2</sup> EUPEC	Normal	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW2 R00
7C 4M AW2 6p/m <sup>2</sup> EUPEC	Degradado 1Mout	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW2 R00
7C 3M AW2 6p/m <sup>2</sup> EUPEC	Degradado 2Mout	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW2 R00
7C 5M AW3 8p/m <sup>2</sup> EUPEC	Normal	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW3 R00
7C 4M AW3 8p/m <sup>2</sup> EUPEC	Degradado 1Mout	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW3 R00
7C 3M AW3 8p/m <sup>2</sup> EUPEC	Degradado 2Mout	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW3 R00
7C 5M AW4 10p/m <sup>2</sup> EUPEC	Normal	INVERTER TEMPERAT- EBR130 R00.xls	INV TEMP AW4 R00



"INVERTER  
TEMPERAT-EBRCL13"

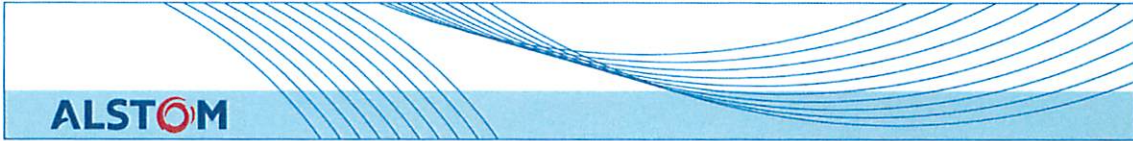
### 5.2.3 APLICACIÓN DE MARCHA LIBRE

La siguiente simulación se utilizó 39Km/h de velocidad comercial.



"RESULT-EBRCL130  
Coasting application





## 6 Ciclos

00000268

### 6.1 Desempeño de los ciclos

Los archivos abajo indicados contienen:

- Ciclo A1
- Ciclo A2
- Ciclo B1
- Ciclo B2



"Cycles-EBRCL130  
R00.xls"

### 6.2 Secuencia de simulación

Los archivos abajo indicados contienen la secuencia de simulación compuesta de "Servicio Continuo"+"Servicio de Afluencia".



"SequenceOfSimulati  
on-EBRCL130 R00.xls"