

ELECTRIFICACIÓN y
ESTUDIOS
FERROVIARIOS

TLC-Train Load Control

Sistema para el Calculo energético en instalaciones ferroviarias

www.e2f.es

¿Qué es TLC?

- ▶ Es un sistema para el análisis energético real, no simulado, en sistemas ferroviarios.
- ▶ Permite conocer en cada instante de tiempo donde se consume cada kW que se inyecta en la instalación así como las pérdidas en el sistema.
- ▶ Válido para sistemas DC y AC en cualquier tensión de alimentación.
- ▶ Ofrece:
 - ▶ Orígenes de la energía consumida por cada tren en cada instante de tiempo.
 - ▶ Análisis de consumo de las subestaciones de tracción.
 - ▶ Relación detallada de pérdidas energéticas en la instalación.
 - ▶ Energía generada por frenado regenerativo y aprovechamiento de la misma.
 - ▶ Facturación de la energía consumida por cada vehículo teniendo en cuenta tanto el precio de coste como el resto de costes asociados.

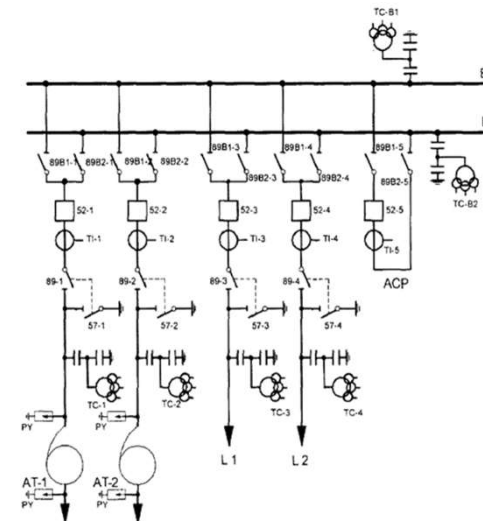
¿Cómo funciona?

- ▶ **1-Estudio y modelado del sistema** en el que se va a integrar el sistema.
- ▶ **2-Recogida de datos** dinámicamente sobre el funcionamiento de la instalación, en trenes y subestaciones.
- ▶ **3-Centralización y Procesado de datos** en el telemando de energía, donde es procesada por TLC para ofrecer la información de salida detallada.



Parámetros Estáticos

- ▶ Posición kilométrica de subestaciones de tracción.
- ▶ Numero y etiquetado de vías de circulación.
- ▶ Feeders de alimentación y puntos de inyección.
- ▶ Seccionamientos eléctricos y posibles combinaciones.
- ▶ Modos de funcionamiento degradado del sistema.
- ▶ Existencia de sistemas de frenado regenerativo.
- ▶ Sistema de alimentación de alta tensión.
- ▶ Peculiaridades de la instalación.



Captación de datos

▶ Subestaciones

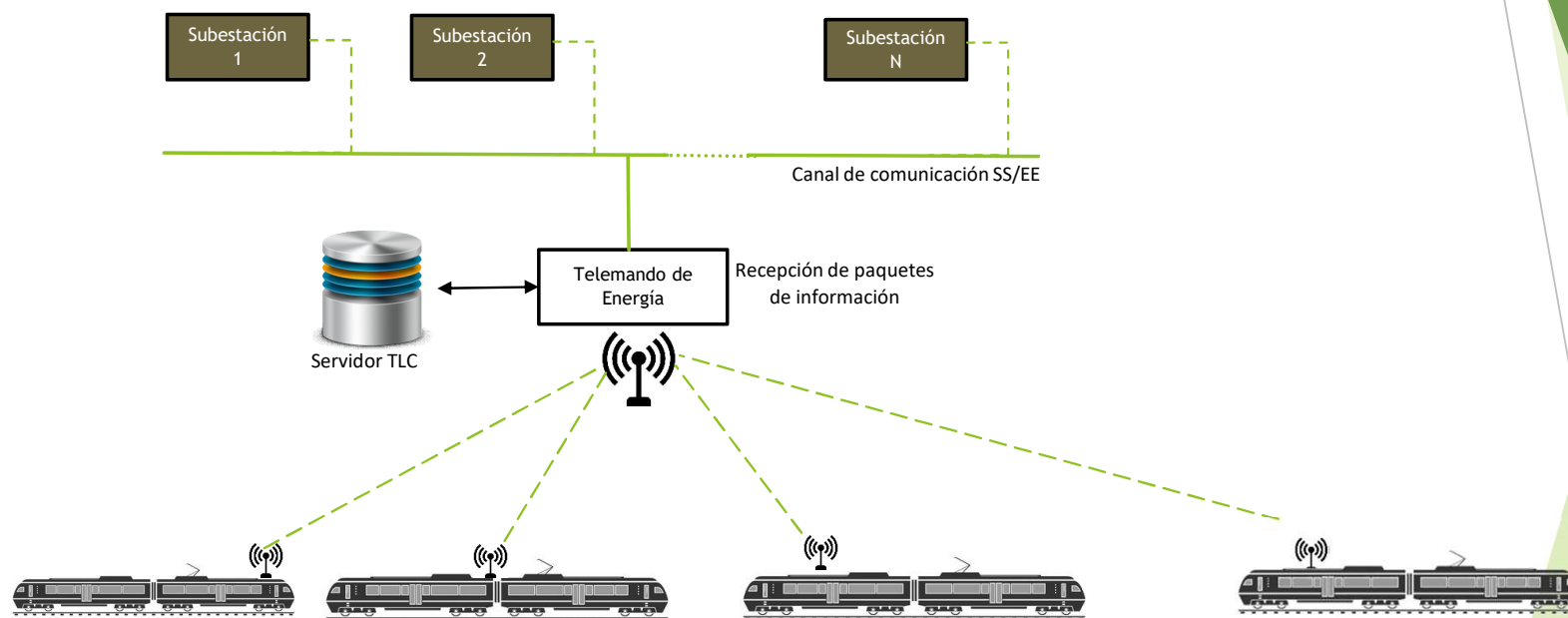
- ▶ Parámetros eléctricos:
 - ▶ Tensiones
 - ▶ Intensidades
- ▶ Información energética
 - ▶ De acometida.
 - ▶ En el rectificador.
 - ▶ En cada feeder.
 - ▶ Servicios auxiliares y otros.
- ▶ Tiempo Global del sistema

▶ Trenes

- ▶ Parámetros eléctricos
 - ▶ Tensión en pantógrafo.
 - ▶ Intensidad.
- ▶ Información energética:
 - ▶ Consumo del tren.
 - ▶ Frenado regenerativo.
 - ▶ En alterna: energía activa y reactiva.
- ▶ Posicionamiento geográfico.
- ▶ Tiempo global del sistema.



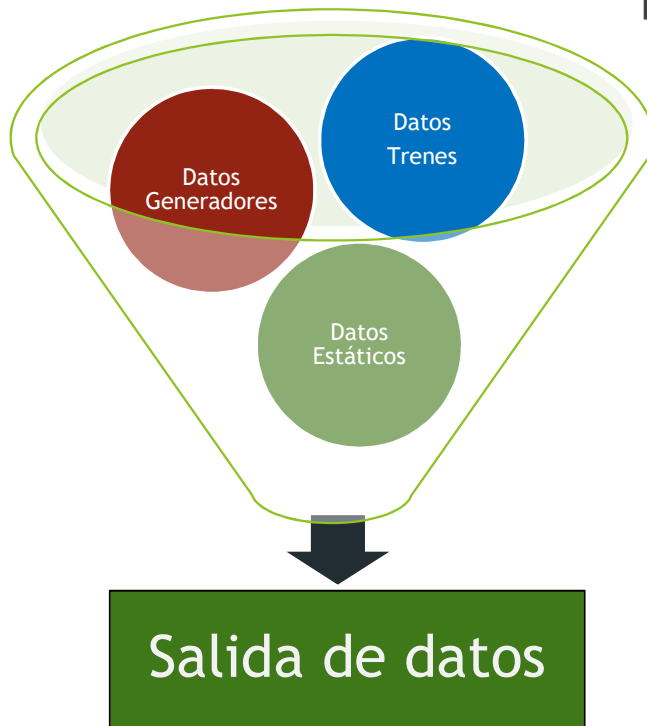
Transmisión a telemando de energía.



- El sistema de captura y transmisión de datos puede aprovechar los recursos existentes o necesitar la implementación de hardware específico acorde a las características particulares de cada instalación.

Procesamiento de datos.

Los cálculos que realiza el software se basan en tres pilares fundamentales:



El conocimiento exhaustivo de las instalaciones ferroviarias y dilatada experiencia en simulación de circuitos ferroviarios.

Las leyes físicas, normativa existente y bases de conocimiento del sector.

Baterías de ensayos realizadas sobre datos de dimensionamientos eléctricos reales.

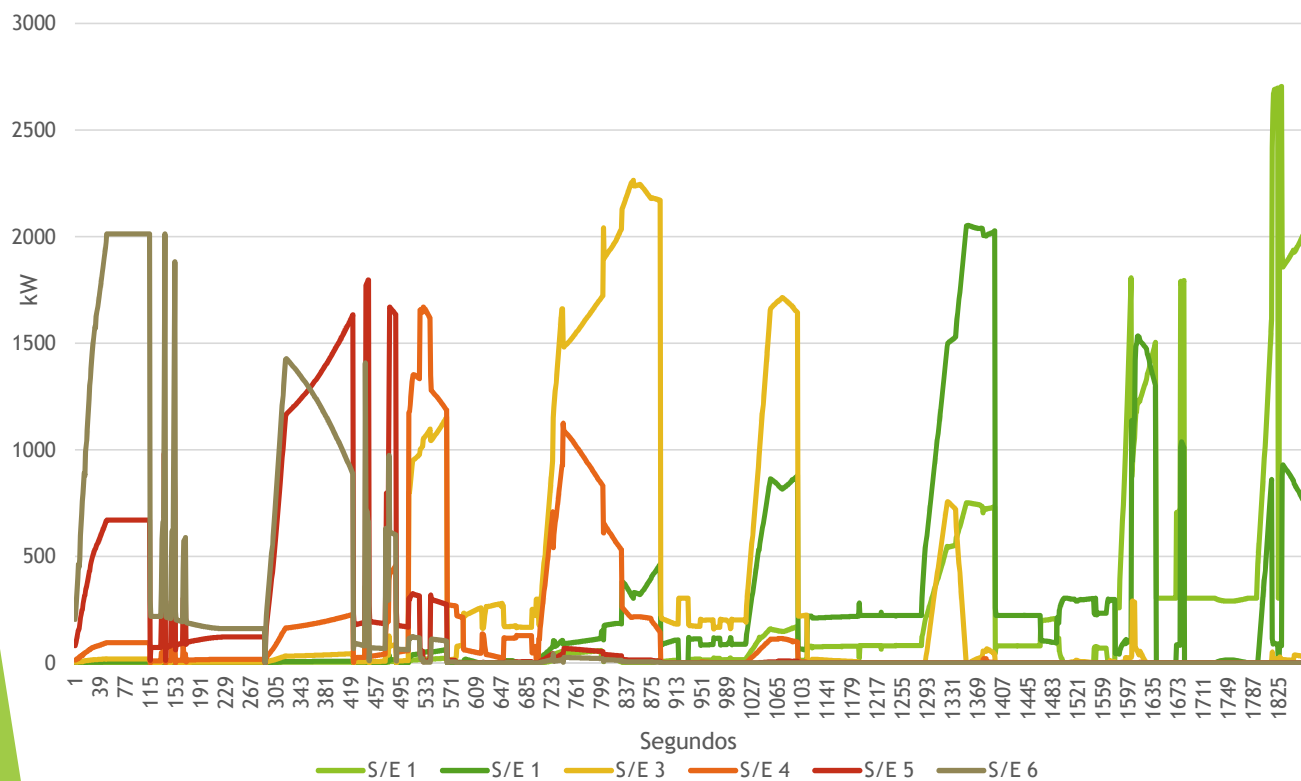
Datos de salida.

- ▶ Los datos de salida que ofrece el sistema en bruto son entre otros:
 - ▶ Energía aportada por cada una de las subestaciones de tracción.
 - ▶ En global.
 - ▶ Para cada tren en la instalación.
 - ▶ Pérdidas en la propia subestación.
 - ▶ Consumos de servicios auxiliares y otros.
 - ▶ Pérdidas de energía en el circuito ferroviario a causa de la atenuación y disipación para cada consumo en la línea.
 - ▶ Balance energético de cada tren:
 - ▶ Origen de cada kW.
 - ▶ Tensión en pantógrafos.
 - ▶ Energía del frenado regenerativo o del frenado reostático.

Salida de información



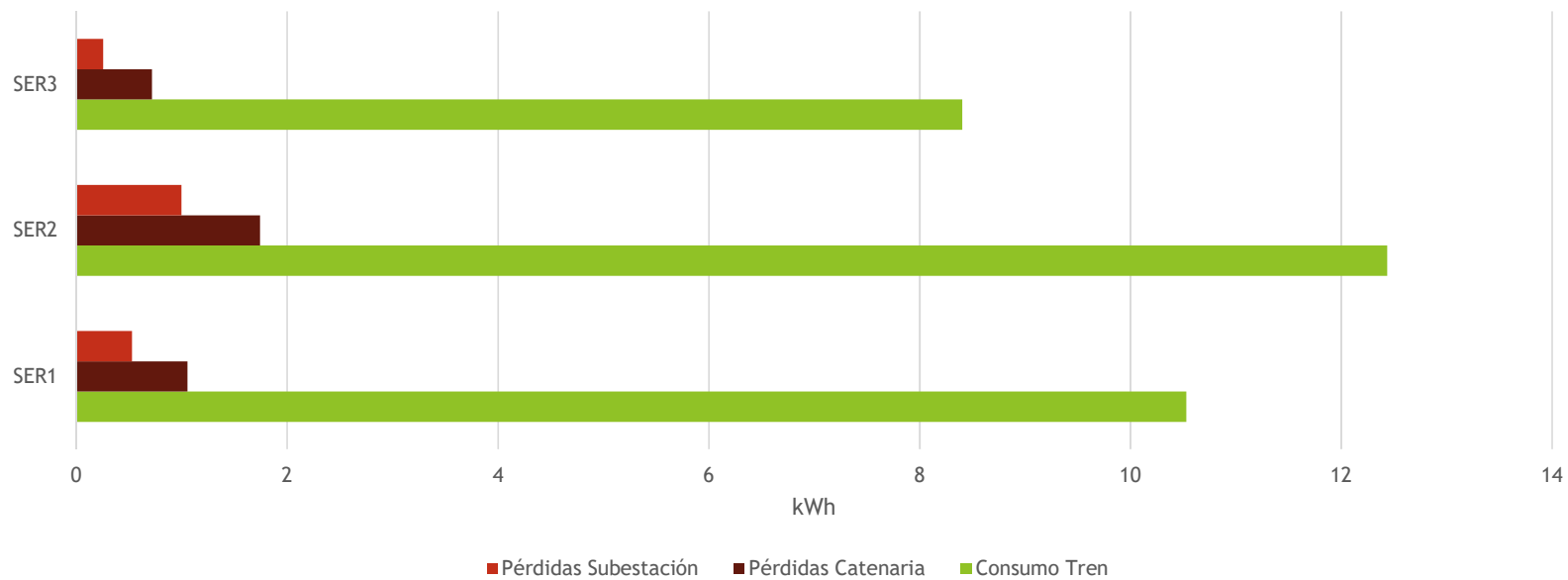
ELECTRIFICACIÓN y
ESTUDIOS
FERROVIARIOS



S/E 1	S/E 1	S/E 3	S/E 4	S/E 5	S/E 6
0,36994753	0,70848442	3,32952777	17,0908779	122,002413	160,498749
1,61255707	2,13953651	8,04381411	31,7213399	171,242941	223,01964
0,95915495	1,58233471	6,81693912	31,4649885	200,799761	263,048552
1,02961055	1,72974572	7,5289652	35,2014357	227,738455	298,333094
1,10139763	1,87827632	8,25140479	38,9504266	254,699911	333,571468
1,17909396	2,02537914	8,97609016	42,710529	281,694057	368,758309
1,25530402	2,18172766	9,70122883	46,4823438	308,720493	403,892938
1,35686271	2,37450975	10,5621216	50,703437	337,36664	440,969143
1,43960692	2,53837233	11,3389408	54,7324078	366,186523	478,195545
1,52491816	2,70266475	12,1218615	58,768663	395,066154	515,345815
1,6365128	2,90109087	13,0372694	63,2506197	425,58408	554,427204
1,72776343	3,0763668	13,8731096	67,5536469	456,296487	593,61627
1,84173286	3,28850203	14,8366393	72,3000358	488,671527	634,717797
1,93869225	3,47525402	15,7223597	76,8684311	521,26125	675,905394
2,06252816	3,69483572	16,7376528	81,8684376	555,488223	718,920968
2,17498125	3,90993739	17,7359492	86,9029791	590,697744	762,9345
2,28017004	4,11341021	18,702418	91,8648532	626,081988	806,895172
2,38613882	4,31718931	19,6712642	96,8521426	661,60343	850,690193
2,49241761	4,52207364	20,6433182	101,859298	697,269421	894,314484
2,59779571	4,72839095	21,6239414	106,885568	733,08548	937,763448
2,70508016	4,93467355	22,609489	111,936757	769,059447	981,019979
2,80971132	5,14320038	23,5969742	117,014839	805,204692	1024,07855
2,94976413	5,39135894	24,7421212	122,633664	843,42362	1069,31595
3,08328272	5,63551161	25,8872844	128,363502	883,133585	1115,96336
3,20850187	5,87305626	27,0073981	134,081679	923,49094	1162,91328
3,32682902	6,10898285	28,1208517	139,790359	964,10363	1209,63304

Salida de información

Consumo en kWh para un tren [Tramo de 10km y 3 SER]



Balance energético en kWh para un tren en circulación. Conociendo el coste Del kWh para cada SER se puede establecer un precio de coste realista de la energía consumida por el tren teniendo en cuenta las pérdidas.

Salida de información



Vista global del consumo de 4 trenes de distintas características, con frecuencias altas de circulación y 5 Subestaciones de tracción.

Cálculo de costes

Al coste de la energía que nos entrega la suministradora habría que sumarle:

- Costes de mantenimiento
- Costes de gestión
- Otros (Coste de energía de señalización, servicios auxiliares, amortización etc..)

Con todo ello podemos calcular un precio para el kWh consumido que refleje todos los gastos asociados, que permita una gestión clara y eficiente de la energía, así como los márgenes de beneficio aplicables.

	Coste	Pérdidas	Mantenimiento	Gestión	Precio Final
SER1	0,14 €/ kWh	0,025€/kWh	0,15 €/kWh	0,23 €/kWh	0,54 €/kWh
SER2	0,16 €/ kWh	0,035€/kWh	0,20 €/kWh	0,23 €/kWh	0,62 €/kWh
SER3	0,12 €/ kWh	0,017€/kWh	0,15 €/kWh	0,23 €/kWh	0,52 €/kWh
...
SER-N	0,15 €/ kWh	0,013€/kWh	0,10 €/kWh	0,23 €/kWh	0,49 €/kWh



Facturación



Fecha: 25/12/2016
 Cliente: Operadora X

			Subestación 1			Subestación 2			Subestación 3				
Tren	Salida	Llegada	kWh Cons	Precio kWh	Subtotal kWh	kWh Cons	Precio kWh	Subtotal kWh	kWh Cons	Precio kWh	Subtotal	Total	
11868	8:00	8:17	9,25	0,54€	4,99€	10,36	0,62€	6,42€	10,17	0,52€	5,29€	16,70€	
64864	9:46	10:01	10,75	0,54€	5,80€	12,04	0,62€	7,46€	11,82	0,52€	6,14€	19,41€	
64641	10:35	10:50	11,10	0,54€	5,99€	12,43	0,62€	7,70€	12,21	0,52€	6,34€	20,05€	
35834	13:15	13:32	8,99	0,54€	4,85€	10,06	0,62€	6,24€	9,88	0,52€	5,14€	16,23€	
11868	17:24	17:55	9,47	0,54€	5,11€	10,60	0,62€	6,57€	10,41	0,52€	5,41€	17,10€	
64864	19:48	20:11	11,01	0,54€	5,94€	12,33	0,62€	7,64€	12,11	0,52€	6,29€	19,88€	
64864	22:00	22:12	8,50	0,54€	4,59€	9,52	0,62€	5,90€	9,35	0,52€	4,86€	15,35€	
											Subtotal	124,76€	
											Impuestos	26,20€	
											Total	150,96€	

Podemos ofrecer a los diferentes clientes que utilizan nuestra instalación una facturación detallada, que ellos mismos pueden comprobar con los medidores de sus trenes y con un precio por kWh ajustado a la realidad.

Nivel de desarrollo

- ▶ Desde **e2f** estamos realizando las ultimas pruebas del software de cálculo para poder llevar a cabo el montaje de un prototipo completamente funcional.
- ▶ En paralelo se están desarrollando las interfaces para la adquisición de datos, Protocolos de transmisión y Sistemas auxiliares y comenzando con el diseño de la interfaz de usuario final.
- ▶ Desde el punto de vista del modelo de negocio estamos buscando líneas de financiación e inversores interesados en el desarrollo del prototipo que valide TLC como producto final.



Conclusiones

- ▶ TLC es un sistema que permite a entidades explotadoras de instalaciones eléctricas ferroviarias:
 - ▶ Tomar el control el origen y destino de cada kW consumido.
 - ▶ Ofrecer a las operadoras de trenes un detalle exhaustivo del consumo realizado.
 - ▶ Evaluar la eficiencia del sistema de electrificación controlando las pérdidas y el uso del frenado regenerativo.
 - ▶ Obtener datos estadísticos sobre el uso de la instalación.
 - ▶ Auditar el sistema y estudiar los posibles puntos de mejora.
 - ▶ Abre las posibilidades de gestión para líneas compartidas entre varias administraciones o explotadoras



www.e2f.es

