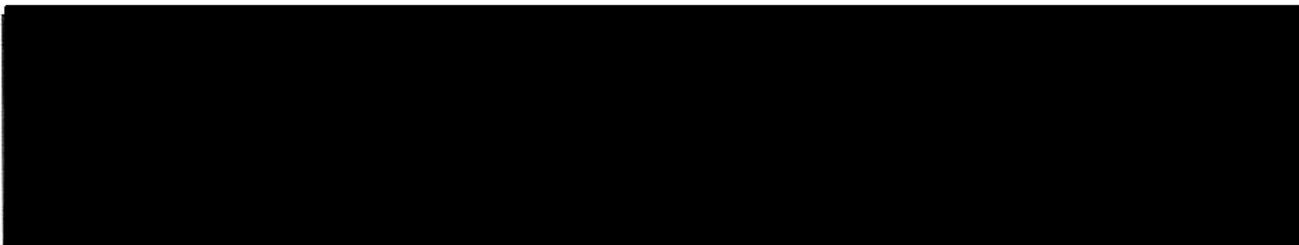




CONTROL DE EDICION

EDICION	MOTIVO	FECHA
-	Edición	12-08-2021

"Toda copia impresa de este documento sin el sello tampón en tinta roja de "Copia Controlada", es una **"COPIA NO CONTROLADA"**, debiéndose consultar en BDI su última edición"





## 1 INTRODUCCION

En este documento se realiza una valoración de las seguridad de circulación de las Unidades FE10 sobre las vías de Línea 12 de Metro de México.

En primer lugar se realiza un repaso de todo el proceso desde el diseño, la puesta en circulación de la unidades así como las mejoras realizadas posteriormente.

Finalmente se extraen las conclusiones relativas a la seguridad de circulación.

## 2 ANALISIS DEL PROCESO DE DISEÑO, PUESTA EN VÍA Y MEJORAS

Desde el inicio del proceso de diseño, pasando por los diferentes ensayos en banco y vía hasta la puesta en servicio de las unidades, y posteriores modificaciones de mejora, se realizaron los pasos que se describen a continuación, cumpliendo con todos los requisitos normativos aplicables.

### 2.1.- Cálculos dinámicos de diseño.

Las normas aplicables UIC518 y su posterior evolución EN14363 fijan las condiciones de diseño del material rodante, de modo que sean adaptables a las vías (también normalizadas); dichas condiciones, cubren las diferentes variabilidades (hasta condiciones excepcionales) que puedan encontrarse en las vías y en el material rodante, y poder circular con márgenes de seguridad que cubran dichas eventualidades.

Durante la fase de diseño de estas unidades, en los años 2010-2011, se realizaron todos los estudios dinámicos requeridos, para el cumplimiento de los requisitos normativos, así como los requisitos funcionales y de confort requeridos.

### 2.2.- Ensayos en banco y vía

Una vez realizados todos los cálculos dinámicos teóricos, basados en modelos, se pasa a una fase experimental, que sirve para corroborar el correcto comportamiento de las suspensiones una vez fabricadas, así como de los bogies como del tren en su conjunto en condiciones reales.

Los ensayos, incluyendo ensayos en banco verificando los parámetros de suspensión, como los ensayos en vía en condiciones reales, permiten certificar la seguridad de circulación del material rodante que se trate, complementando y reforzando las predicciones de los modelos dinámicos.

En el caso de las unidades FE10 de CAF, se realizaron todas las fases ensayos en banco y vía durante la puesta en servicio (Sept-2012) y se documentaron debidamente dando cumplimiento a los compromisos y certificando la seguridad de dicho tipo de material rodante

### **2.3.- Estudios adicionales (campaña 2014-2015)**

En el período 2014-2015 se realizó una extensa campaña de tanto estudios teóricos como de ensayos en vía, a raíz de los problemas de desgaste ondulatorio encontrados en algunas zonas de la vía. Al final de todo este proceso, se realizaron unas mejoras tanto en el material rodante como en las vías y la operación, orientadas fundamentalmente a la optimización del desgaste y la **reducción de costes de mantenimiento**, y al mismo tiempo se certificó la seguridad de todas las configuraciones ensayadas, mediante detallados ensayos con una completa instrumentación tanto en trenes como en vías.

Todo el proceso fue coordinado y finalmente validado por Systra, así como diferentes consultores y expertos de apoyo con los que se contó, cubriendo todos los diferentes aspectos de asistencia y asesoramiento, entre los que se pueden mencionar: SNCF, Vibratec, TSO, Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas (CEIT), Centro de Ensayos CETEST, así como expertos de reconocido prestigio internacional en desgaste ondulatorio (Dr Stuart Grassie) y aparatos de vías (Dr Miguel Angel Bugarin).

### **2.4.- Planes de Mantenimiento**

Los estudios y ensayos mencionados previamente certifican la seguridad del diseño y operación de una tipología de material rodante y vía, con lo que se habilita su puesta en servicio. A partir de ahí, la forma de cerrar el ciclo de la seguridad a lo largo del ciclo de vida descansa en los Planes de Mantenimiento.

Los planes de mantenimiento deben controlar la evolución así como actuar cuando proceda, para garantizar que todos los parámetros que afectan a la seguridad se mantienen en todo momento dentro de las tolerancias marcadas por sus respectivas normativas, y recogidas en sus planes de mantenimiento.

De esta manera, el aseguramiento de que las condiciones de seguridad se cumplen en todo momento no requiere la realización de cálculos dinámicos que han de ser actualizados con los datos del momento, sino que basta con asegurar que cada parte (material rodante/infraestructura/operación) cumple con sus compromisos de control de tolerancias a lo largo del tiempo. Ha de destacarse que el estado de material rodante e infraestructura es cambiante, y por tanto, un chequeo por cálculo de un instante de tiempo determinado, no asegura que con posterioridad se vayan a dar los mismos resultados.

Esta forma de proceder en la que cada parte asume su compromiso y responsabilidad de asegurar estar dentro de tolerancias, es lo aplicado de forma estandar en las explotaciones ferroviarias, en las que con frecuencia circulan diferentes tipos de material rodante por las mismas vías, en muchos casos de diferentes fabricantes y con frecuencia también con diferentes operadores.

Las tolerancias que han de controlarse en la parte del material rodante, corresponden principalmente al control del perfil de rueda y garantizar que sus parámetros (alto de pestaña,



ancho de pestaña y factor QR) se encuentran dentro de los márgenes admisibles, así como en las suspensiones se aplican los criterios de mantenimiento correspondientes.

En la parte de la vía, entre las diferentes parámetros a controlar pueden destacarse la geometría de la vía, el perfil del riel (que se desgasta al igual que las ruedas), y el adecuado estado de los elementos de apoyo de rieles y las condiciones de flexibilidad/rigidez adecuadas de la vía al paso del tren.

### **3 CONCLUSIONES**

A la vista del análisis de todo el proceso aplicado en las unidades FE10 de la Línea 12 de Metro de México, puede concluirse que queda certificada la seguridad de circulación, de acuerdo con los criterios normativos aplicables, de dicho material rodante sobre las vías de L12, tanto del diseño original como de las modificaciones propuestas por Systra en 2014-2015.

Tal y como se ha explicado, una vez certificada la seguridad del diseño del sistema tren-vía, la garantía de la seguridad de circulación a lo largo del ciclo de vida descansa en el mantenimiento, mediante el adecuado control de los parámetros de tren y vía dentro de los límites definidos en los planes de mantenimiento respectivos. El mantenimiento requiere una actuación periódica a lo largo de todo el ciclo de vida, para que todos los parámetros, cambiantes por definición con la circulación de trenes, estén en todo momento dentro de los límites.

Por lo tanto nos reafirmamos en la seguridad de la circulación de las unidades FE10 sobre las vías de L12 siempre que se realice el adecuado mantenimiento del sistema tren-vía de acuerdo a las condiciones previstas en las normativas correspondientes.

Por último, se indica que para una mejor homogeneidad de los parámetros a controlar, y por tanto para facilitar un control eficaz de los mismos, así como por motivos de optimización de costes de explotación, se recomienda la aplicación de todos las prescripciones realizadas en 2015 por Systra, tanto al material rodante como a las vías, en todos los tramos de circulación.