



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

DIAGNÓSTICO DEL SEÑALAMIENTO DE LAS  
INTERSECCIONES A NIVEL DEL TREN TURÍSTICO  
PUEBLA - CHOLULA

**T E S I N A**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**ESPECIALISTA EN VÍAS TERRESTRES**

PRESENTA:

**ING. JOSE OMAR OSORNIO LARA**

DIRECTOR DE TESINA: M.C. ENRIQUE SAMUEL DAHLHAUS PARKMAN

CDMX

FEBRERO 2021

# ÍNDICE

Introducción .....	2
Capítulo 1: Marco conceptual.....	3
1.1 El ferrocarril en México.....	3
1.2 El ferrocarril como medio de transporte de pasajeros.....	6
1.3 Convivencia entre el ferrocarril y los vehículos automotores.....	10
Capítulo 2: Cruces a nivel ferroviarios .....	13
2.1 Características de los cruces a nivel.....	13
2.2 Tipología de cruces a nivel.....	16
2.3 Reglamentación del señalamiento de los cruces a nivel .....	26
Capítulo 3: Problemática de los cruces a nivel.....	37
3.1 Problemática en el Tren Turístico Puebla - Cholula.....	38
3.2 Clasificación de los cruces a nivel del Tren Turístico Puebla - Cholula.....	40
3.3 Diagnóstico de los cruces a nivel del Tren Turístico Puebla - Cholula.....	47
Conclusiones .....	52
Bibliografía.....	55
Anexo. Croquis general de ubicación de cruces a nivel.....	57
Anexo. Tabla de evaluación de cruces escenario optimista.....	58
Anexo. Tabla de evaluación de cruces escenario pesimista.....	59
Anexo. Tabla de diagnóstico de cruces escenario optimista.....	60
Anexo. Tabla de diagnóstico de cruces escenario pesimista.....	61
Anexo. Índice de ilustraciones.....	62
Anexo. Índice de tablas .....	63
Anexo fotográfico.....	64

*E. Dahibauil*

## Introducción

El Tren Turístico Puebla – Cholula actualmente es uno de los medios de transporte más modernos dentro de la Zona Metropolitana de Puebla. La finalidad principal de este tren de pasajeros es fomentar el turismo entre los municipios de Puebla y San Pedro Cholula; en este último municipio se encuentra la ciudad de Cholula de Rivadavia la cual ha sido declarada por la Secretaría de Turismo como “*Pueblo Mágico*” (SECTUR, 2014). La comunicación entre ésta y la ciudad de Puebla también tiene como finalidad atender las dinámicas de movilidad de la población entre ambos municipios.

El Tren Turístico Puebla – Cholula fue inaugurado el 23 de enero de 2017, con el objetivo de ser un medio de transporte que conecta al Centro Histórico de la ciudad de Puebla con la Ciudad de Cholula, consta de 17.2 kilómetros de vías férreas; su recorrido transcurre por el territorio de cuatro de los municipios del Estado de Puebla y posee la capacidad de transportar hasta 284 pasajeros. El tiempo de recorrido desde la estación de origen en el Centro Histórico de la Ciudad de Puebla y hasta la estación terminal en la Ciudad de Cholula de Rivadavia es de 40 minutos (Puebla, 2019). Debido a la cercanía de los municipios de San Pedro Cholula y Puebla y ante su íntima relación histórica en términos de oportunidades educativas y laborales, el Tren Turístico Puebla – Cholula posee una especial importancia ya que ofrece un medio de transporte rápido y eficiente a la población residente de ambos municipios que se transportan de un municipio a otro por motivos de estudio, trabajo o recreación.

En la actualidad, luego de cuatro años de funcionamiento, es posible apreciar el deterioro de los dispositivos de control de tránsito que forman parte del señalamiento en las zonas donde existe la presencia de cruces a nivel, estos se han constituido como puntos de conflicto derivados de la convivencia entre los vehículos automotores y el Tren Turístico, por lo que deben ser identificados y atendidos de forma adecuada, ya que al encontrarse en zonas de alta concentración poblacional el correcto funcionamiento de los mismos es determinante para la seguridad en la zona. Existe una gran cantidad de cruces a nivel en el recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula, algunos de estos son originados por la intersección de las vías férreas con avenidas principales, por lo que contar con una adecuada señalética ofrecerá beneficios en materia de seguridad tanto a los conductores de los vehículos como a los operarios del tren y a la población en general.

## **Capítulo 1: Marco conceptual**

En el primer capítulo se abordarán las generalidades asociadas al ferrocarril como modo de transporte en el entorno nacional y se indicarán las condiciones actuales de la red ferroviaria. Posteriormente, se hablará sobre el contexto nacional en el que se ve envuelto el Tren Turístico Puebla – Cholula como medio de transporte de pasajeros, así como de la situación general del sistema ferroviario de pasajeros en México. Finalmente, se mencionarán las consecuencias derivadas de la convivencia del sistema ferroviario con los vehículos automotores en entornos urbanos ya que los puntos de entrecruzamiento de los mismos son habitualmente conocidos como puntos de conflicto.

### **1.1 El ferrocarril en México**

La infraestructura ferroviaria en México está comprendida por 17,360 kilómetros de vía que incluye a las vías principales y secundarias, 4,474 kilómetros de vía auxiliar compuesta por patios y laderos y 1,555 kilómetros de vías particulares. Si bien, la red ferroviaria del país cuenta con un total de 23,389 kilómetros de vías en operación, también existe un total de 3,525 kilómetros de vías férreas que se encuentran fuera de servicio; de acuerdo con la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF), en total la extensión de la red ferroviaria mexicana es de 26,914 kilómetros. En comparación, la Red Carretera Nacional reporta una extensión de 50,685 kilómetros de caminos considerados como carreteras federales, aun sin considerar la red de caminos alimentadores o urbanos. Derivado de lo anterior, es posible concluir que nuestro país posee una extensión relativamente pequeña de vías férreas. La red ferroviaria mexicana cuenta con servicios de pasajeros y de carga; la operación de estos servicios se encuentra bajo el modelo de concesiones. Actualmente, de la red principal y secundaria, se encuentra concesionado el 74.22% del total de las vías operadas, es decir, 17,360 kilómetros, el resto se encuentra fuera de uso o es propiedad privada.

Los principales concesionarios de las vías de ferrocarril en México son FERROMEX, quien administra 8,121 kilómetros de vía; KCSM, que administra 4,250 kilómetros de vía; FERROSUR, con 1,824 kilómetros de vía bajo su administración; FI es el titular de 1,827 kilómetros de vía férrea; FERROVALLE administra 287 kilómetros y, en un caso de administración especial, el Gobierno del Estado de Puebla administra 8 kilómetros de vía férrea.

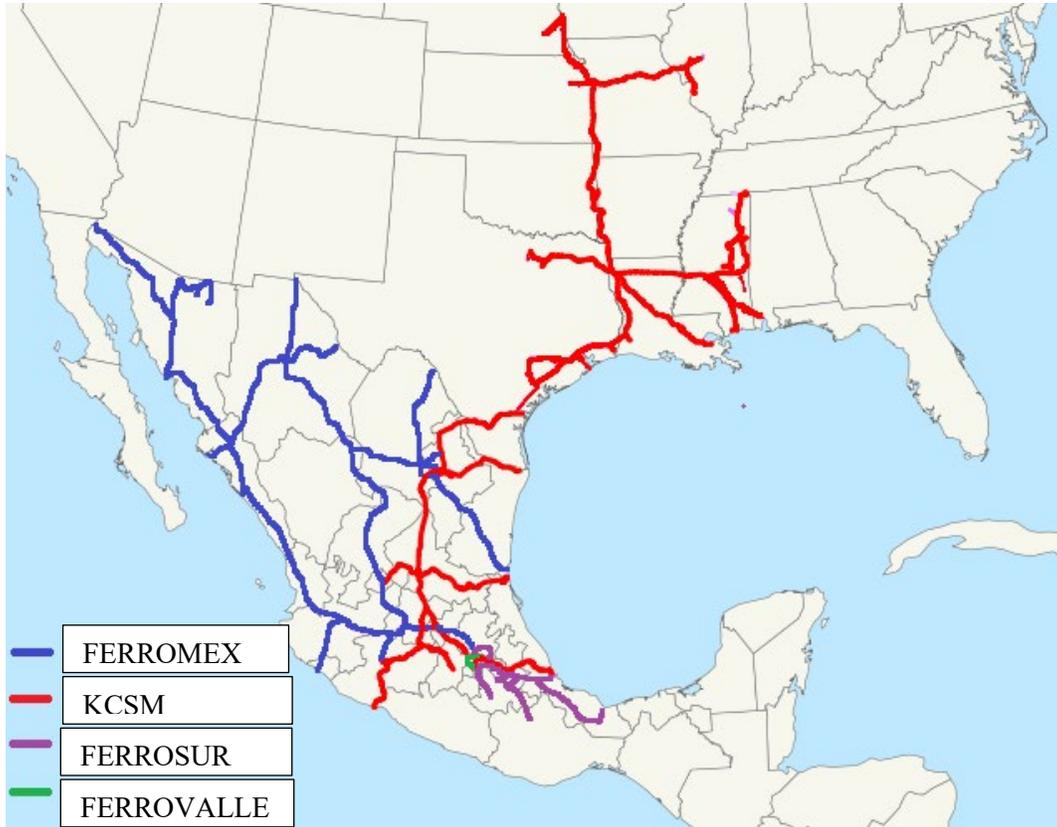


Figura 1. Principales cuatro líneas ferroviarias en México por concesionario.  
Fuente: Elaboración propia.

Es un hecho claro que en el territorio nacional la operación ferroviaria atiende principalmente a grupos particulares ya que la mayoría de la red ferroviaria se encuentra concesionada y prácticamente la totalidad de la misma se ocupa solamente del transporte de carga y se relegan las necesidades de transporte de la población general a los medios automotores, con la excepción de los pocos trenes de pasajeros que se ocupan principalmente de brindar servicios turísticos a quienes los emplean que, en su mayoría, se encuentran limitados en sus tramos de vía, lo que repercute en la cantidad de servicios que pueden brindar.

La participación del ferrocarril en el movimiento de carga terrestre se ha incrementado en los últimos años, movilizandodurante el año 2017 126.9 millones de toneladas netas. Del total de carga movilizada en el Sistema Ferroviario Mexicano, 63.2% es derivado del comercio exterior, lo correspondiente a 77.1 millones de toneladas. El volumen de carga de comercio exterior se divide en 59.3 millones de toneladas de carga de importación y 17.8 millones de toneladas de carga de exportación. México mueve por vía férrea más cantidad de mercancías procedentes del exterior,

esto podría explicar el poco interés por parte del Gobierno Federal en el desarrollo de las vías férreas del país, ya que se podría entender que al no producir suficiente mercancía para exportar esta no requiere de rutas que permitan movilizar dichas mercancías desde las zonas de producción hasta las zonas de demanda, sin embargo, la mercancía proveniente del extranjero cuenta con rutas bien establecidas desde los principales puntos de entrada de mercancías como los puertos o fronteras internacionales que emplean el territorio nacional como una zona de paso solamente.

El transporte ferroviario para pasajeros cuenta con la ruta Chihuahua – Pacífico, popularmente conocida como *“El Chepe”* que cuenta con 653 kilómetros en su recorrido, la ruta Tequila y José Cuervo con 70 kilómetros de extensión, el Ferrocarril Sub-urbano Cuautitlán – Buenavista con 27 kilómetros de vía y el Tren Turístico Puebla – Cholula con 8 kilómetros de recorrido. Es posible apreciar la escasez de servicios para pasajeros existiendo esencialmente sólo cuatro, de las cuales la ruta Tequila y José Cuervo es primordialmente turística y es catalogada como un servicio de lujo al igual que la ruta Chihuahua – Pacífico, la cual ofrece servicios enfocados al turismo y derivado de un convenio con los gobiernos estatales también brinda servicios de transporte a las comunidades indígenas por las que transcurre su recorrido. El Tren Turístico Puebla – Cholula como lo indica su nombre tiene como finalidad el turismo entre los dos municipios poblanos, esta ruta también es empleada para atender las demandas de transporte de la población que se desplaza por motivos de trabajo o estudio, sin embargo, la ruta se encuentra limitada por su convivencia con el transporte de carga que circula por las mismas vías. Finalmente, el Ferrocarril Sub-urbano Cuautitlán – Buenavista es, hasta el momento, el único sistema ferroviario, dejando de lado los sistemas meramente urbanos, enfocado en brindar servicios de transporte de pasajeros que no está dirigido principalmente al turismo, sino que atiende las necesidades de movilidad de la población del área metropolitana del Valle de México, los cuales en su mayoría se transportan por motivos laborales o escolares, derivado de la relación estrecha que existe entre la población del Estado de México y la Ciudad de México. Según informes emitidos por la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario, durante 2017 se transportaron por ferrocarril un total de 56,714,825 pasajeros.

## 1.2 El ferrocarril como medio de transporte de pasajeros

Actualmente en México, el servicio de transporte de pasajeros por medios ferroviarios es asociado con los servicios urbanos cuyo principal exponente es el Metro de la Ciudad de México, en otras ocasiones es posible pensar en el servicio turístico comúnmente llamado "El Chepe" (Ruta Chihuahua – Pacífico) y más recientemente en la ruta operada por el Gobierno del Estado de Puebla cuyo servicio es denominado Tren Turístico Puebla – Cholula, finalmente los más conocedores mencionarán al Tren de Tequila en Jalisco. El pensamiento colectivo de los mexicanos en cuanto al transporte de pasajeros por ferrocarril en México es que es casi inexistente y es necesario que existan nuevas rutas que brinden servicios de transporte a la población en general, anteriormente los gobiernos presentaban esfuerzos por hacer realidad la línea de Tren México – Querétaro, y en la actual administración los planes por concretar al denominado Tren Maya están en curso.

El servicio de transporte de pasajeros en México ha sido dividido históricamente por etapas (Márquez, 2013), la primera etapa ubicada entre los años 1850 y 1876 contempla el inicio de los servicios para pasajeros, los cuales fueron ofrecidos desde 1850 a través de empresas concesionarias que eran reguladas por el Estado mexicano, quien aprobaba las tarifas derivadas de las propuestas de las empresas administradoras, así mismo estas eran subvencionadas por el gobierno, las empresas a cargo del transporte de pasajeros construyeron pequeños coches destinados a transportar a la población con servicios de primera, segunda o tercera clase que contemplaban tarifas desde ½ hasta 1½ centavos según el caso; durante esta etapa histórica se inauguraron rutas tales como México – San Ángel (Ferrocarril México a Chalco), Ciudad de México – Valle de Guadalupe con 5 kilómetros de extensión, México – Tlalpan de 24 kilómetros de longitud aproximada, en el Estado de Puebla se inauguró con 47 kilómetros de extensión la ruta Apizaco – Puebla y finalmente la ruta Ciudad de México – Puerto de Veracruz con aproximadamente 423.75 kilómetros de longitud. En 1869 el Informe relativo al movimiento de pasajeros de las compañías ferroviarias que se encontraban en operación reportó la movilización de 1,681,338 pasajeros, siendo la ruta México – Tlalpan con 965,199 pasajeros el recorrido más demandado.

La segunda etapa del desarrollo histórico de los ferrocarriles en México es la correspondiente al porfiriato desarrollada entre 1876 y 1910, etapa en la que se consolida la red ferroviaria con casi 19,280 kilómetros de extensión y en 1908 se crea la empresa Ferrocarriles Nacionales de México. Al igual que en la primera etapa el gobierno subvencionaba a las empresas

constructoras y entre 1876 y 1880 otorgó 28 concesiones a gobiernos estatales y 3 a empresas estadounidenses las cuales para 1884 hicieron real la posibilidad de viajar de México a Chicago por las vías del Ferrocarril Central Mexicano. En 1899 se expidió la "Ley de Ferrocarriles" que contenía una nueva política para licitar ferrocarriles. Se continuaban ofreciendo servicios para pasajeros de primero, segunda y tercera clase además de servicios turísticos con destino a la frontera norte del país. Si bien durante esta etapa no se logró una adecuada conformación de la red ferroviaria se consiguió una distribución espacial de la economía a nivel nacional y permitió el desarrollo regional de diversas zonas del territorio y no solo en las áreas cercanas a la capital. El ferrocarril modificó de manera importante la geografía del país, causando cambios importantes en las zonas por las que su recorrido transcurría y consiguió brindar nuevas oportunidades laborales y de desarrollo en las comunidades aledañas donde se encontraban estaciones. En la etapa del porfiriato se inauguraron varias rutas de ferrocarril para pasajeros, algunas de ellas fueron la ruta Ferrocarril Mexicano, Cuernavaca y Pacífico en 1896 o la ruta Mérida a Peto en 1899.



Figura 2. Carros para transporte de pasajeros.  
Fuente (Márquez, 2013).

El servicio para pasajeros contaba con coches con 56 asientos removibles, dos gabinetes de aseo y dos excusados, esto para el servicio de primera clase, el servicio de segunda clase contaba con 56 asientos fijos y dos excusados, finalmente el servicio de tercera clase contaba con coches con capacidad para 80 asientos dispuestos en dos bancas laterales y una central, además de un excusado, en el año 1891 se reportó que en la línea del Ferrocarril Central Mexicano se transportaron 742,933 pasajeros. La empresa denominada Ferrocarril Nacional Mexicano fue fundada en 1888 y contaba con servicios para pasajeros en diferentes rutas con tiempos de

recorrido variados, tales como la ruta México a San Luis Potosí que contaba con un tiempo de traslado de 18 horas y 45 minutos, la ruta México a Laredo cuyo trayecto aproximado era de 40 horas con 30 minutos o la ruta México a Nueva York que contemplaba un itinerario de 5 días.



Figura 3. Carros para transporte de pasajeros.  
Fuente: (Márquez, 2013).

Entre los años 1911 y 1930 el ferrocarril mexicano sufrió un estancamiento derivado de los periodos de lucha interna entre la población, a pesar de que los servicios de transporte no se suspendieron del todo, varios de los coches se emplearon para el transporte de tropas. En 1924 Plutarco Elías Calles asumió el poder y con ello llegó a un acuerdo nuevo relacionado con la deuda existente con las empresas ferrocarrileras, para 1927 se concluye la construcción de la línea de Nogales a Guadalajara conocida como el Ferrocarril Sudpacífico de México, durante este periodo el ferrocarril funcionó como el principal modo de transportes de pasajeros en el país, brindó acceso a las zonas rurales más alejadas e interconectó la frontera norte, el Pacífico y el Golfo con el centro del país y la capital nacional.

En 1929 el denominado "Crack Financiero" detonó la competencia entre los vehículos automotores y el ferrocarril como medios de transporte de pasajeros, a partir de 1930 la mayoría de los países desarrollados comenzaron a impulsar el uso de los automóviles mientras que la industria ferrocarrilera empleaba sus propios recursos para la construcción y mantenimiento de sus líneas de transporte. Para 1936 se nacionaliza los Ferrocarriles Nacionales Mexicanos y derivado de la Segunda Guerra Mundial el movimiento de pasajeros de ferrocarril aumentó pues existía un gran número de inmigrantes que lo empleaban y entre los años 1928 y 1950 existió un aumento general en la población que ocupaba el ferrocarril para movilizarse, principalmente debido a la escasez de refacciones para los automóviles; posteriormente para el periodo comprendido entre 1960 y 1980 la industria ferrocarrilera comenzó a perder la competencia contra el transporte automotriz y

comenzaron a requerir de salvamento financiero por parte del gobierno, se continuó brindando los servicios de transporte de pasajeros por ser considerados como un servicio de utilidad pública ya que el ferrocarril siguió siendo el único modo de comunicación con algunas regiones apartadas de los principales núcleos urbanos, para la década de 1980 se impulsó de nuevo el servicio para pasajeros incorporando coches de primera clase con dormitorios de lujo.



Figura 4. Carros para pasajeros.  
Fuente: (Márquez, 2013).

Durante la década de 1990 comenzó a haber estudios que analizaron los niveles de ocupación de los trenes de pasajeros que poco a poco fueron disminuyendo en la cantidad de individuos que transportaban derivado de la intensa competencia que existía entre el sistema ferroviario y el transporte carretero, pues este último ofrecía opciones más flexibles y con mejor calidad; se determinó en 1997 que el sistema ferroviario movilizaba menos del 1% de pasajeros en comparación a los que se transportaban por medios automotores además de que este pequeño porcentaje de pasajeros solo transitaban en 60 de las rutas existentes, finalmente en ese mismo año se cierran los servicios de transporte para pasajeros por parte Ferrocarriles Nacionales Mexicanos.

En 2002 La Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgó subsidios por casi 28 millones de pesos a las empresas ferroviarias mexicanas que se encuentran ahora bajo esquemas de concesiones con el fin de brindar servicios de transporte a comunidades aisladas, la mayoría de estos recursos fueron asignados a las empresas FERROMEX y FERROSUR quienes ofrecen sus servicios a comunidades de Oaxaca, Zacatecas, Coahuila y Sinaloa, siendo la línea Chihuahua – Los Mochis en su ruta Chihuahua – Pacífico (FERROMEX) la que transporta mayor cantidad de pasajeros además de ofrecer un servicio turístico denominado “EL Chepe” que va de Chihuahua a Los Mochis.

En términos de transporte de pasajeros por vías férreas, actualmente existe los servicios turísticos denominados "El Chepe", "Tequila Express", "Tren Turístico Puebla – Cholula" y como servicio enfocado meramente al transporte el Ferrocarril Suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México inaugurado en 2008. Finalmente es necesario resaltar los esfuerzos de administraciones federales anteriores por implementar nuevas rutas de transporte de pasajeros, tales como el Tren Transpeninsular Mérida – Punta Venado o el Tren México – Querétaro, y recientemente el proyecto del denominado Tren Maya, el cual se encuentra en su etapa de construcción en la región del sureste mexicano.

### **1.3 Convivencia entre el ferrocarril y los vehículos automotores**

Históricamente la convivencia entre el ferrocarril y los vehículos automotores ha visto su desarrollo en las zonas urbanas, derivado de la construcción de vías férreas y estaciones cerca de las zonas pobladas, las ciudades comenzaron a crecer e incrementar su desarrollo urbano entorno a estas, generando así que las vías de tren queden embebidas dentro de las ciudades o poblados, sin importar que estas sean grandes o pequeñas.

Ciudades altamente pobladas como CDMX, Monterrey o Guadalajara cuentan con vías de ferrocarril que discurren por ellas, así mismo, comunidades con una densidad poblacional menor tienen dentro de sus límites urbanos vías de ferrocarril claramente identificadas por sus habitantes, en la mayoría de los casos, estas vías férreas se encuentran en operación y ya sea de forma recurrente o no, la circulación de los ferrocarriles es una constante que no pasa desapercibida por la población en general. En algunos casos, los desarrollos urbanos tienen a dejar las vías del tren en sus límites poblacionales sin embargo aun así estas se encuentran íntimamente ligadas con las dinámicas de movilidad de los habitantes de la zona.

En general, las dinámicas de movilidad de una población en las denominadas zonas urbanas se desarrollan en torno a las necesidades básicas de movilidad como son las actividades laborales, escolares o de recreación, dichas dinámicas pueden ser alteradas o modificadas por factores externos tales como accidentes, trabajos de mantenimiento o construcción, actividades poblacionales y por factores externos, es en esta última categoría donde la presencia de vías de ferrocarril juegan un papel importante, y es que la existencia de vías férreas dentro de una población genera la división momentánea de la zona por la que circulan vehículos y peatones.

Cuando un ferrocarril circula por las vías que se encuentran dentro de una población se genera una barrera momentánea, que durará el tiempo que el ferrocarril tarda en hacer su recorrido por la zona urbana, estas barreras pueden durar pocos minutos o periodos prolongados de tiempo dependiendo de la longitud total del tren, en muchos casos, esta barrera no solo afecta a los peatones sino que también secciona las vialidades por las que circulan los vehículos automotores, el punto donde las vías del tren se intersectan con las vialidades destinadas a la circulación de vehículos automotrices son conocidos como cruces a nivel y representan un punto de conflicto de seguridad para la población en general.

La existencia de vías de ferrocarril intersectando vialidades urbanas provoca una sensación general de descontento por parte de los conductores pues saben que en algún momento circulará por esa zona un ferrocarril generando que el tránsito se detenga por periodos de tiempo que en ocasiones pueden ser prolongados, en diversas ocasiones, derivado de la sensación de frustración que puede llegar a provocar la espera a que el ferrocarril concluya su cruce por cierta zona en específico, aunado a que no existe ningún indicador del tiempo aproximado de espera que se deriva de dicha situación, en muchos casos los conductores prefieren acelerar su marcha para ganarle el paso al ferrocarril, a pesar de que existen campañas de concientización vial acerca de los peligros que estas acciones provocan, la realidad es que en México existen en promedio dos accidentes por día que involucran al ferrocarril, de acuerdo con los Reportes de Seguridad del Sistema Ferroviario emitidos por la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario, en 2019 se contabilizaron 630 arrollamientos anuales, un promedio de 1.8 incidentes diarios (ARTF, Semana de Seguridad Ferroviaria 2020, 2020).

El sentido común nos dicta que un ferrocarril representa un peligro inminente cuando se aproxima y a pesar de dar la ilusión de que circula a poca velocidad, lo cierto es que su velocidad es mayor a la que se percibe, aunado a que no toda la población sabe que un ferrocarril requiere una distancia de frenado de entre uno y dos kilómetros, longitud que dista mucho de la requerida por un vehículo particular, estos factores combinados con la necesidad de mantenerse en circulación por parte de los conductores aumentan la cantidad de siniestros que involucran a los ferrocarriles.

La convivencia entre el ferrocarril y los vehículos automotores ha sido una cuestión de preocupación general pues la cantidad de accidentes con consecuencias fatales es importante a

nivel nacional, por tal motivo se ha tenido que implementar medidas de seguridad que involucren tanto a los conductores de automóviles como a los operarios ferroviarios, para estos últimos la implementación de indicaciones tales como la reducción de la velocidad desde que se encuentran cerca de las zonas urbanas y la emisión de los clásicos silbidos cuando se aproximan a un cruce vial son algunas de las medidas adoptadas por parte de los operarios para indicar su presencia y aproximación a la población por la que circularán; en cuanto a los conductores de vehículos, se han implementado campañas de prevención vial, acompañadas de spots de radio y televisión indicando los peligros que la imprudencia al volante en combinación con la convivencia con el ferrocarril podría ocasionar, sin embargo, los dispositivos de control vehicular instalados en los cruces a nivel ferroviarios son los considerados como más eficientes para reducir la ocurrencia de accidentes, es de vital importancia que estos dispositivos de control se encuentre en condiciones adecuadas para cumplir con su cometido.



PORTE PAGADO  
PROPAGANDA COMERCIAL  
SIN DESTINATARIO EXPRESO  
PC09-04501  
AUTORIZADO POR SEPOMEX

### CONSEJOS PARA SALVAR TU VIDA:

1. Nunca intentes ganarle el paso al tren.
2. Detente totalmente al llegar al cruce ferroviario.
3. Mantente a una distancia segura entre las vías del tren y el vehículo.
4. Apaga aparatos de música, mira a ambos lados y cruza sólo si estás seguro que el tren no viene.
5. Si el tren se acerca y no hay pluma, detente inmediatamente.
6. Nunca te detengas sobre las vías del tren.
7. Cuando viajes en bicicleta, cruza los carriles en ángulo recto, así evitarás que las llantas se atoren.



> LLEGA SEGURO A CASA.



Detente



Observa



Escucha

Figura 5. Campaña de seguridad ferroviaria.  
Fuente: (ARTF, Semana de Seguridad Ferroviaria 2020, 2020).

## Capítulo 2: Cruces a nivel ferroviarios

En México existe normativa relacionada con los cruces entre vialidades y vías férreas incorporando para ello el señalamiento y dispositivos de control de tránsito necesarios según el caso, para ello es necesario conocer las características presentes en cada cruce o intersección. La reglamentación vigente nos permite agrupar los diferentes puntos de conflicto (cruces) según la zona en que se presenten, sus características geométricas, población circundante y cantidad de siniestros reportados anteriormente, con ello es posible identificar los tipos de cruces existentes en la zona de interés.

### 2.1 Características de los cruces a nivel

De acuerdo a la norma N-PRY-CAR—6-01-001/01 "Proyectos de nuevos puentes y estructuras similares" (IMT, s.f.) se definen dos tipos de estructuras que se emplean para realizar el cruce entre una vialidad y las vías férreas:

- Paso superior de ferrocarril (PSF): Definida como la estructura que se construye en un cruce de la carretera de referencia por encima de una vía de ferrocarril y cuyas dimensiones quedan definidas por las características geométricas y rasantes de la carretera y de la vía.
- Paso inferior de ferrocarril (PIF): Se denomina Paso inferior de ferrocarril a la estructura que se construye en un cruce de la carretera de referencia por debajo de una vía de ferrocarril y cuyas dimensiones quedan definidas por las características geométricas y rasantes de la carretera y de la vía.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" (SEGOB, 2017) se presenta una clasificación más de tipo de cruce, apareciendo la figura de los Cruces a Nivel definiéndose de la siguiente manera:

- Cruce a nivel: Definido como todo aquel lugar donde existe una intersección entre un camino, calle o carretera con una vía férrea.



Figura 6. Paso superior de ferrocarril.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Paso inferior de ferrocarril.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Cruce a nivel ferroviario.  
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las definiciones anteriormente mencionadas es evidente que el tipo de cruce que puede representar mayor conflicto son los cruces a nivel, debido a que los denominados pasos inferiores de ferrocarril y pasos superiores de ferrocarril cuentan con estructuras propias dedicadas a generar una separación entre las vías férreas y los caminos empleados por el transporte automotriz, si bien esta situación no implica que queden exentos estos puntos de algún tipo de percance, significa una reducción importante en la cantidad de accidentes que se pueden generar derivados de la convivencia entre el ferrocarril y los automóviles; el caso de los cruces a nivel es completamente distinto pues, al no existir una separación clara entre los dos modos de transporte es posible que el uso compartido de un tramo específico genere accidentes con consecuencias que pueden ir desde lo meramente material hasta pérdidas de vidas humanas.

Para asegurar una correcta relación entre las vías férreas y los caminos en los denominados cruces a nivel es necesario que se establezcan medidas de control, de acuerdo con la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario en México, los trenes tienen preferencias de paso y no cuentan con horarios o sentido de circulación previamente establecidos, aunado a ello, es un hecho

innegable que los trenes no pueden detenerse rápidamente a corta distancia, variables tales como el tamaño de la carga, la inercia del movimiento y la potencia de la locomotora impiden que frene como lo hace un automóvil, es por ello que se busca que quienes detengan su marcha sean los vehículos automotores, pues es más sencillo que estos se detengan y reanuden su marcha en comparación con los ferrocarriles.

La correcta señalización de los cruces a nivel juega un papel importante en torno a la seguridad pública de la población circundante, asegurar que los conductores de vehículos recurrentes o no en la zona, cuenten con dispositivos viales que informen sobre la existencia de vías de ferrocarril en operación, disminuye de manera importante la posibilidad de accidentes que relacionen a estos dos modos de transporte, por lo anterior, es indispensable que la señalización vial se encuentre cumpliendo en su totalidad con la normativa vigente así como el correcto mantenimiento del mismo, de tal modo que se asegure que en todo momento las características de la señalética se presenten de manera correcta.

## **2.2 Tipología de cruces a nivel**

La Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" estipula que es necesario clasificar los cruces a nivel según una tipología establecida en la misma, para ello es necesario que se lleven a cabo estudios previos de ingeniería de tránsito. La finalidad primordial de ésta norma es establecer las características de los dispositivos, así como las disposiciones y los métodos de calificación de los cruces a nivel de caminos, calles y carreteras con las vías férreas, a fin de proporcionar mayor seguridad a los usuarios y al mismo tiempo proteger las vías generales de comunicación. Todos los cruces a nivel en el territorio nacional deberán acatar el contenido de la norma sin excepción alguna.

El contenido de la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" establece las siguientes definiciones:

- Zona suburbana: Son aquellas zonas donde la población es de 2,500 a 99,999 habitantes, las viviendas se encuentran dispersas y en algunas ocasiones carecen de algunos servicios.

- Zona urbana: Es el área habitada o urbanizada que, partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones hasta ser interrumpida, en forma notoria, por terrenos de uso no urbano como bosques, sembradíos o cuerpos de agua. Se caracteriza por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 100,000 habitantes. En estas áreas, se asienta la administración pública, el comercio organizado y la industria. Cuenta con infraestructura, equipamientos y servicios urbanos, tales como drenaje, energía eléctrica, red de agua potable, escuelas, hospitales, áreas verdes y de diversión, etcétera.
- Vialidad: Cualquier vía rural o urbana por donde transitan los vehículos de un lugar a otro.
- Equipo ferroviario: Vehículos tractivos, de arrastre o de trabajo que circulan en las vías férreas.

La NOM-050-SCT2-2017 establece los criterios y metodologías necesarias para evaluar las condiciones físicas de los cruces a nivel, de dichas evaluaciones se desprenden las necesidades de equipamiento que requerirá cada intersección según sea el caso, dicho equipamiento deberá ser instalado cumpliendo con la normatividad vigente. Las metodologías establecidas se emplean para evaluar el nivel de peligrosidad de los cruces a nivel o por el contrario para avalar el nivel de seguridad de aquellos que cumplen satisfactoriamente con las medidas establecidas, de ser catalogados como peligrosos la metodología misma establece soluciones técnicas que deberán ser empleadas para obtener las condiciones de seguridad exigibles en los cruces a nivel, tales soluciones hacen referencia a los señalamientos y dispositivos que deberán estar presentes por lo que si no existen, estos deberán ser instalados.

Una variable a tomar en cuenta es la distancia de visibilidad libre de obstáculos en un cruce a nivel para que la visibilidad de los trenes no sea interrumpida por objetos ya sean de origen humano o natural que se encuentren ubicados dentro del derecho de vía o en sus zonas aledañas, la NOM-050-SCT2-2017 establece las siguientes distancias mínimas:

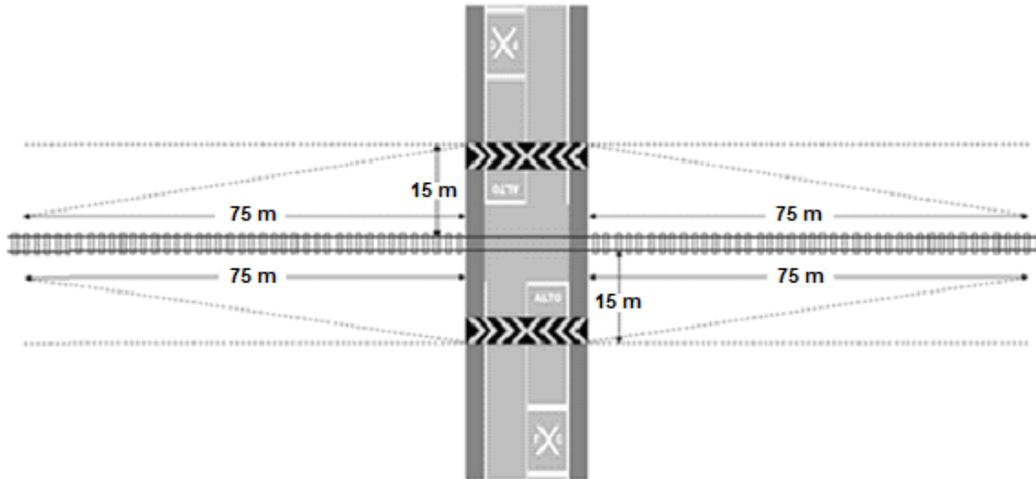


Figura 9. Distancia de visibilidad libre.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

Lo ideal es que las intersecciones a nivel entre un camino y una vía férrea se dé en condiciones geométricas que den origen a una intersección en ángulo recto pues esto permite incrementar la seguridad para los usuarios, sin embargo, no siempre es posible que se den estas condiciones, bajo el respaldo de un estudio de ingeniería de tránsito que determine que no se afecta la seguridad de la población que emplea el cruce es posible que el ángulo de intersección que idealmente debe ser recto sea modificado, a dicha variación se le conoce como ángulo de esviaje y este debe ser minimizado y bajo ninguna circunstancia ser mayor a  $30^\circ$ , la siguiente figura lo ejemplifica de manera clara:

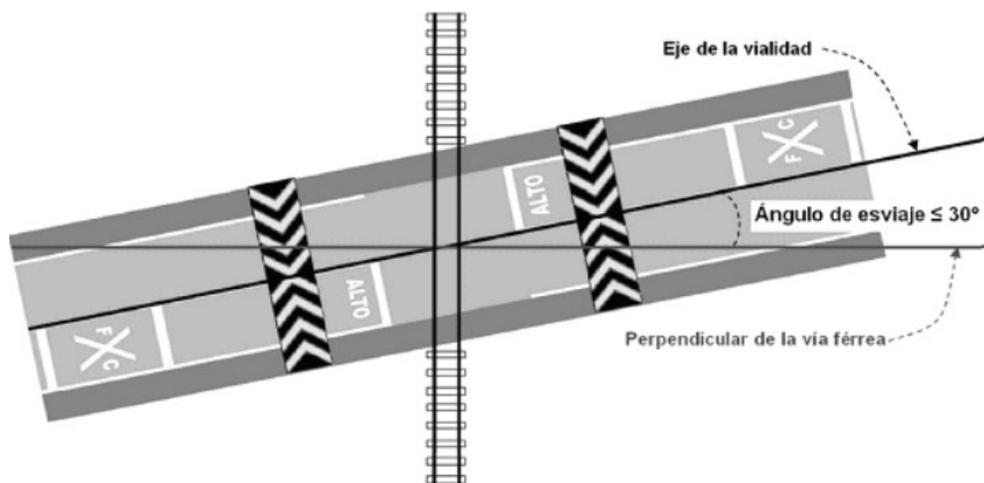


Figura 10. Ángulo de esviaje.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

Para poder establecer el tipo de cruce a nivel ferroviario que se pretende atender es necesario realizar un estudio de ingeniería de tránsito que contemple los siguientes puntos:

- Ubicación del cruce a nivel.
- Número de carriles de la vialidad.
- Número de vías férreas.
- Volumen de tránsito vehicular.
- Volumen de tránsito ferroviario.
- Clasificación del tránsito vehicular.
- Análisis de visibilidad del cruce.
- Número de accidentes en el cruce.
- Ubicación y número de cruces por desmantelarse.
- Características geométricas del cruce y de las vialidades adyacentes, donde se indique:
  - Ángulo de esviaje.
  - Ancho de carriles.
  - Ubicación de cruces peatonales.
  - Semáforos viales.
  - Geometría y tipo de intersecciones que se encuentren en un radio de 46 metros.
- Adecuada justificación en caso de que se requiera construir un cruce a nivel con un ángulo de esviaje mayor a 90°.
- Velocidad regulada en la vialidad.
- Velocidad regulada para el tránsito ferroviario.

En el cruce a nivel se debe emplear como superficie de rodadura un material que no altere o perjudique la estructura de la vía férrea y que cuente con la capacidad de carga suficiente para resistir el tránsito que circula por la carretera, camino o calle con la que se intersectan las vías, dicho material puede ser neopreno, concreto u otro que cumpla con las características antes mencionadas. Los accesos deberán estar a nivel de la parte superior del hongo del riel al menos 15 metros de cada lado contados a partir del eje de la vía férrea, según el caso, se deberá incorporar

un sistema de drenaje que garantice la continuidad de los escurrimientos pluviales a fin de que no se ponga en riesgo la estabilidad de la estructura de la vía férrea (SEGOB, 2017).

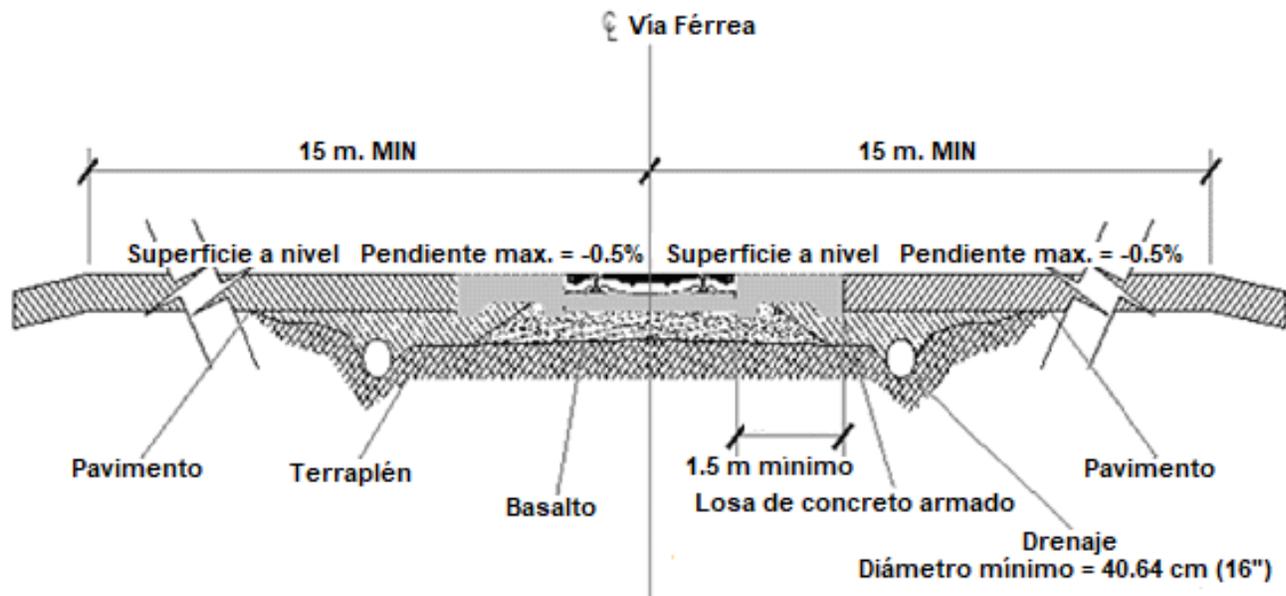


Figura 11. Características de la superficie de rodadura de los cruces a nivel ferroviarios.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

Para llevar a cabo una clasificación adecuada de los cruces a nivel ferroviarios, la NOM-050-SCT2-2017 establece un sistema de puntuaciones que finalmente determinan la calificación de la intersección agrupándola así en la categoría que le corresponda, este sistema de puntuaciones califica el grado de peligrosidad que existe en el cruce a nivel ferroviario. Para determinar la puntuación de la intersección se consideran diversos elementos que son agrupados en 5 bloques:

1. Aquellos que tienen relación con la visibilidad. Este bloque hace referencia a los aspectos que tiene que ver con la presencia de obstáculos o factores relacionados a la visibilidad tanto de los operarios de los ferrocarriles como con los conductores de vehículos, factores tales como el ángulo de esviaje, cuadrantes libres de obstáculos o que presenten obstrucción y la pendiente longitudinal en una distancia mínima de 15 metros a ambos lados a partir del eje de la vía férrea, según el caso, las puntuaciones asignadas son de cero (0) como mínima y cinco (5) como máxima, los criterios a los que este bloque obedece para asignar la puntuación respectiva se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Calificación de visibilidad.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

<b>CALIFICACIÓN DE VISIBILIDAD</b>	
<b>Ángulo de esviaje</b>	<b>Calificación</b>
0° - 10°	5
11° - 20°	3
21° - 30°	0
<b>Distancia de visibilidad de cuadrantes</b>	<b>Calificación</b>
Cuadrantes libres de obstáculos	5
Visibilidad obstruida en uno o más cuadrantes	0
<b>Pendiente longitudinal (%)</b>	<b>Calificación</b>
0%	5
> 0%	0

2. Los que se refieren a la situación con la corona. Hace referencia a las condiciones de la superficie de rodadura que puede o no estar pavimentada, las condiciones se consideran como determinantes en una distancia mínima de 15 metros a cada lado del centro del eje de la vía férrea, para asignar una calificación se toma en cuenta las condiciones del drenaje así como la existencia de deficiencias y la intensidad de las mismas, tales deficiencias pueden ser la existencia de deformaciones, calaveras, grietas, baches, etcétera, la calificación asignada en cada caso se muestra a continuación:

Tabla 2. Calificación de la corona.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

<b>CALIFICACIÓN DE LA CORONA</b>	
<b>Superficie de rodadura pavimentada o sin pavimentar</b>	<b>Calificación</b>
Sin deficiencias generalizadas	5
Con deficiencias en menos del 50% del área	3
Sin pavimentar o con deficiencias en más del 50% del área	0
<b>Drenaje</b>	<b>Calificación</b>
Satisfactorio	5
No satisfactorio	0

3. El número de vías a cruzar y la diferencia de peralte. Se tomarán en cuenta la cantidad de vías férreas que se pretendan cruzar, así como la diferencia más desfavorable en los niveles del plano transversal que forman la parte superior del hongo de los rieles o contrarrieles en relación con la superficie de rodadura. Las siguientes tablas ilustran la calificación que se asignará a cada aspecto mencionado según el caso:

Tabla 3. Calificación del número de vías y diferencia de peralte.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

<b>CALIFICACIÓN DEL NÚMERO DE VÍAS Y DIFERENCIA DE PERALTE</b>	
<b>Número de vías</b>	<b>Calificación</b>
Una vía férrea, (1)	5
Dos o más vías férreas, (2+)	0
<b>Diferencia de peralte</b>	<b>Calificación</b>
0 cm	5
1 - 5 cm	3
> 6 cm	0

4. La vialidad. Los factores a tomar en cuenta para asignar una calificación son el número de carriles de la vialidad y la calidad del alumbrado público, para determinar la calidad del nivel lumínico del cruce, se deberán emplear las Normas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) NOM-013-ENER-2013 "Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Vialidades", las calificaciones que se pueden obtener en cada punto se detallan a continuación.

Tabla 4. Calificación de la vialidad.  
Fuente: (SEGOB, 2017)

<b>CALIFICACIÓN DE LA VIALIDAD</b>	
<b>Número de carriles</b>	<b>Calificación</b>
Una vialidad de un carril por sentido	5
Una o más vialidades, dos o más carriles por sentido	0
<b>Calidad del alumbrado en la vialidad</b>	<b>Calificación</b>
Cumple con la NOM-013-ENER-2013 (CFE)	5
No cumple con la NOM-013-ENER-2013 (CFE)	0

5. El tránsito vehicular y ferroviario. Se tomará en cuenta el volumen del Tránsito Diario Promedio Anual que circula por la vialidad (T.D.P.A.) y el volumen del tránsito ferroviario diario que circula por las vías férreas. Los criterios que se emplean para la asignación de la calificación correspondiente se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Calificación del tránsito vehicular y ferroviario.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

<b>CALIFICACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y FERROVIARIO</b>	
<b>Tránsito vehicular</b>	<b>Calificación</b>
T.D.P.A. hasta 1,000 vehículos	5
T.D.P.A. entre 1,001 y 3,000 vehículos	3
T.D.P.A. entre 3,001 y 5,000 vehículos	2
T.D.P.A. mayor a 5,000 vehículos	0
<b>Tránsito ferroviario</b>	<b>Calificación</b>
Volumen de tránsito ferroviario entre 1 y 10 equipos ferroviarios	5
Volumen de tránsito ferroviario entre 11 y 20 equipos ferroviarios	3
Volumen de tránsito ferroviario igual o mayor a 21 equipos ferroviarios	0

Una vez determinadas las calificaciones que corresponden a cada rubro de cada uno de los cinco bloques se procede a realizar el cálculo de la calificación global del cruce a nivel, para ello se multiplicará cada calificación obtenida por los factores correspondientes como se ejemplifica en la siguiente tabla.

Tabla 6. Calificación del cruce a nivel.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

<b>CALIFICACIÓN DEL CRUCE A NIVEL</b>			
<b>Conceptos</b>	<b>Calificación máxima por rubro</b>	<b>Factores</b>	<b>Calificación máxima</b>
<b>Visibilidad</b>			
Ángulo de esviaje	5	$x (40 \times 0.3) =$	<b>60</b>
Distancia de visibilidad en cuadrantes	5	$x (30 \times 0.2) =$	<b>30</b>
Pendiente longitudinal	5	$x (30 \times 0.2) =$	<b>30</b>
<b>Corona</b>			
Superficie de rodadura	5	$x (60 \times 0.0667) =$	<b>20</b>
Drenaje	5	$x (40 \times 0.05) =$	<b>10</b>

<b>Vías férreas</b>			
Número de vías férreas	5	$x (60 \times 0.1) =$	<b>30</b>
Diferencia de peralte	5	$x (40 \times 0.075) =$	<b>15</b>
<b>Vialidad</b>			
Número de carriles	5	$x (80 \times 0.3) =$	<b>120</b>
Alumbrado	5	$5 \times (20 \times 0.1) =$	<b>10</b>
<b>Tránsito</b>			
Volumen de Tránsito Vehicular	5	$5 \times (68.5 \times 0.35) =$	<b>120</b>
Volumen de Tránsito Ferroviario	5	$5 \times (31.5 \times 0.35) =$	<b>55</b>
<b>CALIFICACIÓN MÁXIMA =</b>			<b>500</b>

Cuando la calificación global del cruce a nivel ferroviario ha sido determinada es necesario tomar en cuenta dos factores más que influyen la calificación final del cruce, dichos factores son la influencia de los accidentes ocurridos en el cruce a nivel ferroviario y la influencia de la composición del tránsito vehicular en la calificación de la peligrosidad del cruce a nivel ferroviario, a continuación, se presenta el impacto de los mismos.

1. Influencia de los accidentes ocurridos en el cruce a nivel ferroviario: Se deberá tomar en cuenta la cantidad de accidentes ocurridos en los últimos 4 años, según el caso, se restan los puntos correspondientes a la calificación global obtenida por el cruce a nivel de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 7. Penalización por accidentes.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

<b>ACCIDENTES EN EL CRUCE A NIVEL OCURRIDOS EN LOS ÚLTIMOS 4 AÑOS</b>	
<b>Accidentes ocurridos</b>	<b>Calificación</b>
1 - 2	<b>Menos 10 puntos</b>
3 - 4	<b>Menos 30 puntos</b>
5 - 10	<b>Menos 50 puntos</b>
> 11	<b>Menos 100 puntos</b>

2. Influencia de la composición del tránsito vehicular en la calificación de la peligrosidad del cruce a nivel ferroviario: Si se detecta la presencia de vehículos que pueden significar un riesgo a la seguridad de la población se deberá penalizar con el criterio más estricto la calificación obtenida por el cruce según la siguiente tabla, en el entendido que el máximo valor a restar es de 100 puntos:

Tabla 8. Penalización por tipo de vehículo.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

<b>PENALIZACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO QUE TRANSITA EN EL CRUCE A NIVEL FERROVIARIO</b>	
<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Penalización</b>
Vehículo con materiales peligrosos	<b>Menos</b> 100 puntos
Vehículo de transporte público y especial de pasajeros	<b>Menos</b> 75 puntos
Vehículo de unidades de carga de gran peso o volumen	<b>Menos</b> 50 puntos

La calificación total del cruce a nivel ferroviario será entonces, la obtenida derivada de los cinco bloques principales menos la penalización correspondiente a los accidentes ocurridos en el cruce en los últimos cuatro años y la penalización por el tipo de vehículo que transita en el cruce, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Calificación del cruce a nivel ferroviario.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>CALIFICACIÓN FINAL DEL CRUCE A NIVEL FERROVIARIO</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Puntuación máxima</b>
Calificación obtenida de los cinco bloques principales	<b>(+)</b> 500 puntos
Penalización por accidentes ocurridos	<b>(-)</b> 0 puntos
Penalización por tipo de vehículo que transita	<b>(-)</b> 0 puntos
<b>TOTAL =</b>	<b>500 Puntos</b>

La Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" establece que cuando la calificación final obtenida por un cruce a nivel ferroviario sea menor a 150 puntos es necesario prever la separación definitiva de

las vías de comunicación, a través de la construcción de un paso a desnivel vehicular, superior o inferior. En ningún caso se permitirá la construcción de pasos a desnivel con caminos laterales que constituyan cruces a nivel. Al entrar en operación el paso a desnivel, se procederá al desmantelamiento del o de los cruces a nivel existentes a una distancia no menor de 500 metros del centro del paso a desnivel en ambos sentidos de la vía férrea. De acuerdo con la NOM-050-SCT2-2017 los cruces a nivel ferroviarios se clasifican de la siguiente manera según la puntuación que han obtenido:

- **TIPO A:** Todos aquellos cruces de caminos, calles y carreteras con vías férreas con un rango de calificación de 0 a 250 puntos.
- **TIPO B:** Todos aquellos cruces de caminos, calles y carreteras con vías férreas con un rango de calificación de 251 a 350 puntos
- **TIPO C:** Todos aquellos cruces de caminos, calles y carreteras con vías férreas con un rango de calificación de 351 a 500 puntos.

Derivado de la clasificación anterior, es posible mencionar que los cruces a nivel ferroviarios que representan un menor grado de peligrosidad son aquellos que obtienen calificaciones mayores, así pues, los cruces a nivel ferroviarios "Tipo C" podrían ser considerados como los menos peligrosos y los "Tipo A" son aquellos que presentan un alto grado de peligrosidad para los usuarios y el entorno en donde se ubican.

## **2.3 Reglamentación del señalamiento de los cruces a nivel**

El contenido de la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" en materia de señalamiento vial se ve referenciado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 "Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas", en dicho marco normativo se establecen las siguientes definiciones:

- Señalamiento en cruces a nivel: Sistemas de señales dispuestos de tal forma que indiquen a los conductores que circulan por la vialidad, la aproximación a un cruce a nivel con vías férreas, con la debida anticipación.

- Señalamiento horizontal: Es el conjunto de marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas son rayas, símbolos, leyendas o dispositivos.
- Señalamiento vertical: Es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos. Según su propósito, las señales son: preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicios, y diversas.

La Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 "Señalamiento Horizontal y vertical en carreteras y vialidades urbanas" en su inciso 5.2.8 "Marcas para cruce de ferrocarril (M-8)" establece los lineamientos que debe cumplir el señalamiento horizontal en lo referente a los cruces a nivel ferroviarios. Se define a las marcas para cruce de ferrocarril a las rayas, símbolos y letras que se emplean para advertir a los conductores de la proximidad de un cruce a nivel ferroviario, están compuestas por una "X" que se encuentra acompañada de las letras "F" y "C" a cada lado de la misma y que se complementa con rayas perpendiculares a la trayectoria de los vehículos, así mismo debe contar con la presencia de una raya continua sencilla (M-1.1) con una longitud no menor a treinta y cinco (35) metros antes del inicio de las marcas para cruce de ferrocarril cuyo color es amarillo reflectante. El símbolo "FXC" debe estar presente en cada carril antes del cruce con las vías férreas y las rayas perpendiculares deben encontrarse cruzando la totalidad de los carriles que comprende a la vialidad en el mismo sentido, así mismo se deberá complementar con la existencia de una raya de alto (M-6) que se emplea para indicar el sitio donde se deben detener los vehículos, cuando la raya de alto se utilice junto con la señal de alto esta última se deberá colocar alineada con la raya, deben ser de color blanco reflectante y sus características se muestran a continuación:



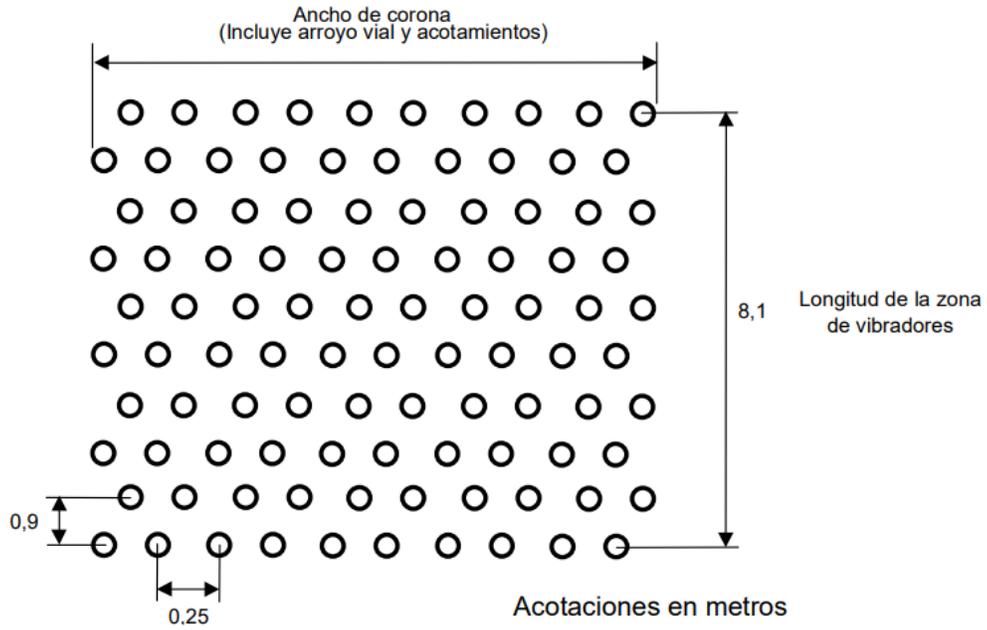


Figura 13. Distribución de los botones (DH-3) en la zona de vibradores.  
Fuente: (SCT, 2011)

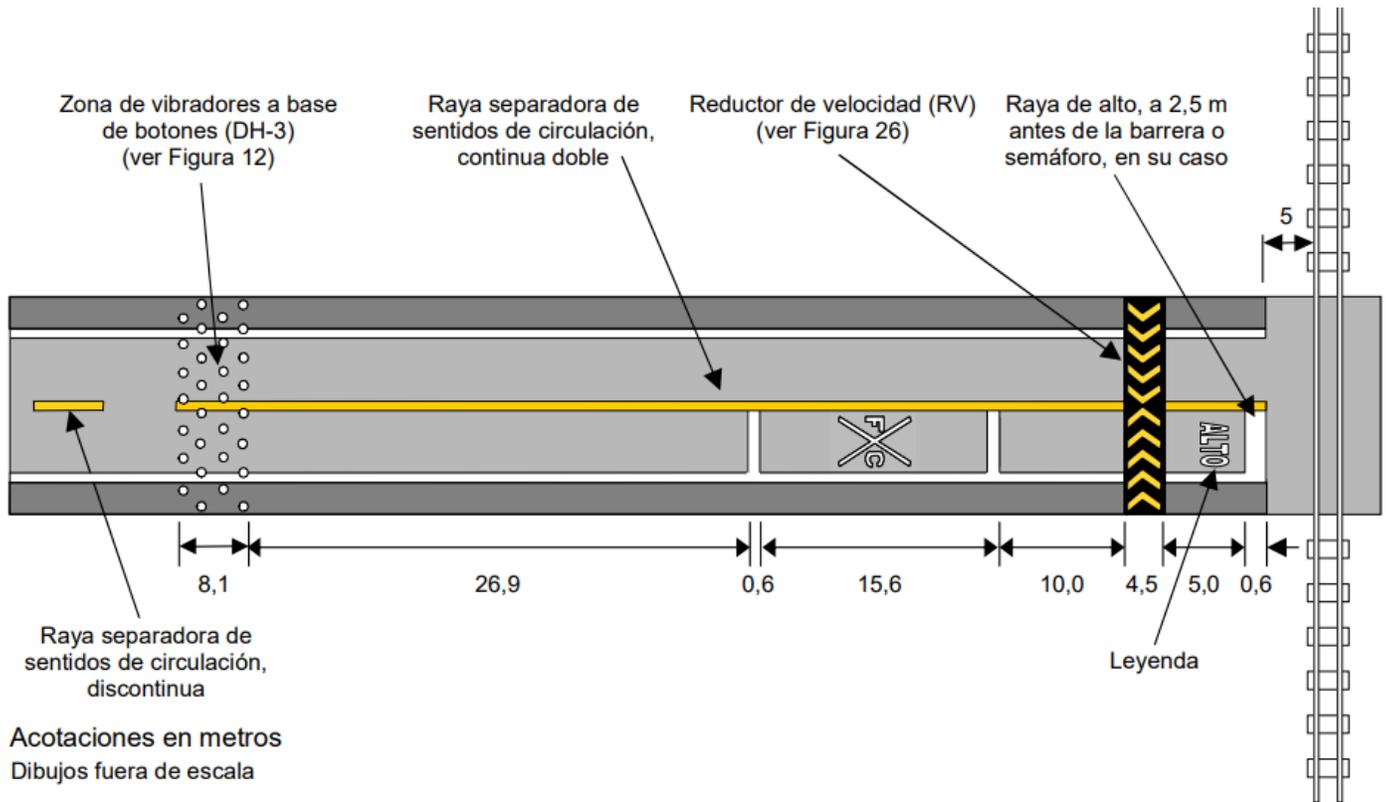


Figura 14. Ubicación de los vibradores y reductor de velocidad para cruces de ferrocarril a nivel.  
Fuente: (SCT, 2011)



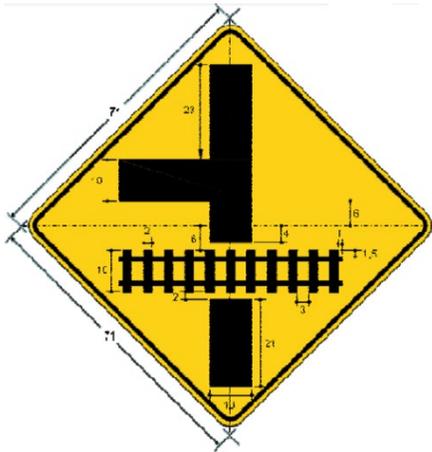


Figura 17. SP-35B Cruce con vía férrea e intersección en T principal.

Fuente: (SCT, 2011).

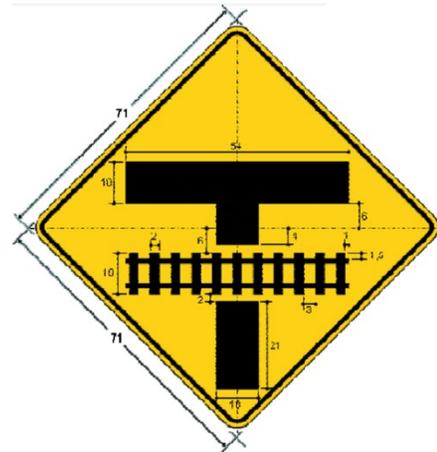


Figura 18. SP-35C Cruce con vía férrea e intersección en T secundaria.

Fuente: (SCT, 2011).

En caso de que se considere adecuada la colocación de un reductor de velocidad en la proximidad del cruce a nivel ferroviario, es necesario que este se encuentre acompañado de la señal preventiva pertinente, es decir, deberá existir la señal preventiva SP-41 "Reductor de velocidad", al igual que en el apartado anterior, si las dimensiones de dicha señal deben ser modificadas este cambio se debe hacer de forma proporcional en los elementos que conforman al señalamiento (SCT, 2011).

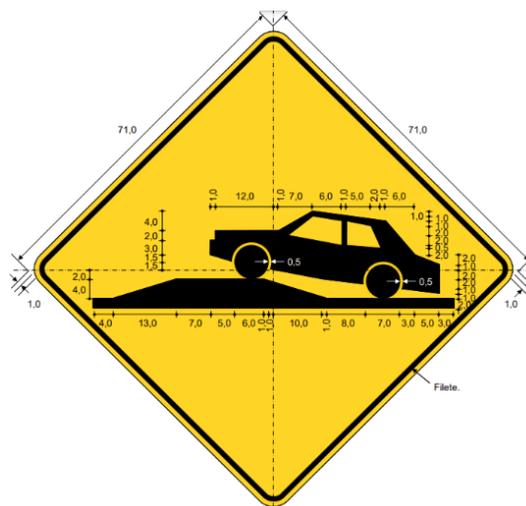


Figura 19. SP-41 Reductor de velocidad.

Fuente: (SCT, 2011).

La Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 "Señalamiento Horizontal y vertical en carreteras y vialidades urbanas" reconoce una señal informativa de recomendación SIR "Cruce de ferrocarril" que se emplea para indicar el lugar donde inicia el cruce a nivel con una vía férrea, dicha señal informativa se integra de dos tableros rectangulares sobrepuestas de tal forma que asemejan una "X" con la leyenda "CRUCE DE FERROCARRIL", el color de las letras deberá ser negro sobre un fondo blanco y contar con la película reflejante indicada en el Capítulo N-CMT-5-03-001 "Calidad de Películas Reflejantes" de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, la señal informativa SIR "Cruce de ferrocarril" se deberá acompañar en todo caso de la señal restrictiva SR-6 "Alto" que indicará el sitio donde deberá detenerse el vehículo antes del cruce con la vía férrea, o en su defecto, deberá integrar al semáforo o semáforo con barrera que se requiera conforme a lo establecido en la NOM-050-SCT2-2017. En caso de existir dos o más vías férreas que intervengan en el cruce a nivel ferroviario, es necesario añadir un tablero adicional que indique el número de vías por cruzar. La estructura para soportar el señalamiento vertical descrito anteriormente deberá ser un poste blanco preferentemente de PTR en cuya parte posterior deberá encontrarse indicado el kilómetro de la vía férrea que corresponde al cruce a nivel.

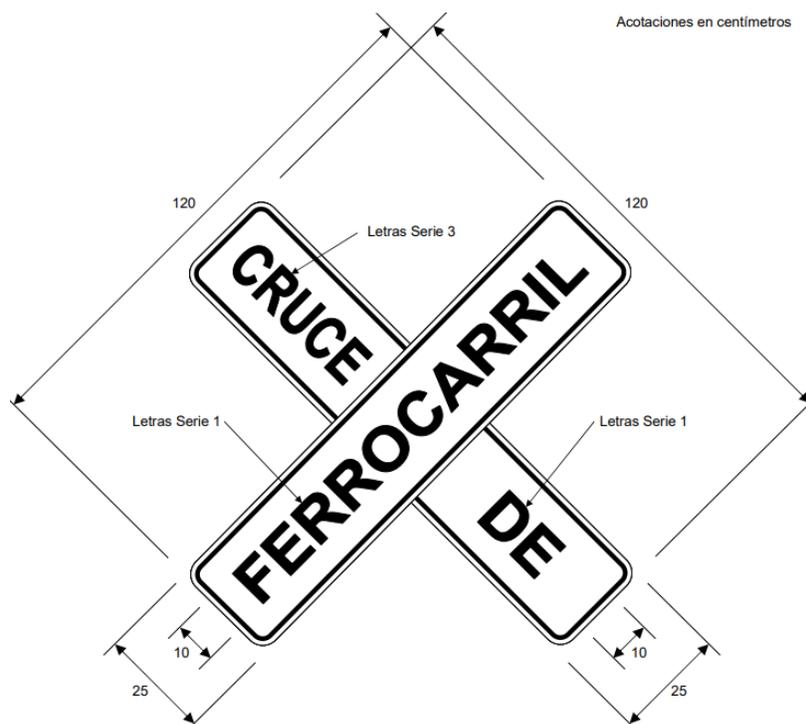


Figura 20. SIR Cruce de ferrocarril.

Fuente: (SCT, 2011).

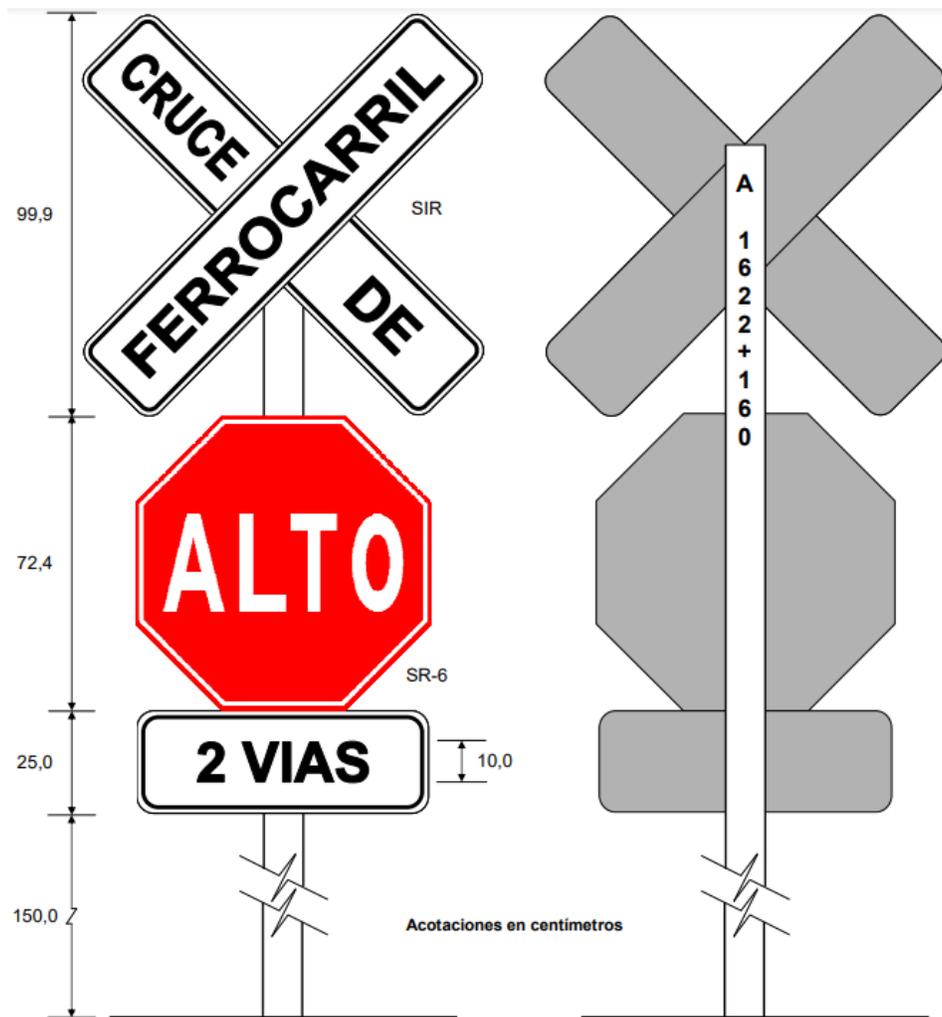


Figura 21. SIR Cruce de ferrocarril.

Fuente: (SCT, 2011).

Para proyectar un sistema de control de velocidad adecuado en un cruce a nivel ferroviario este deberá ser apegado en todas las ocasiones a las condiciones propias de cada cruce a nivel, el señalamiento vertical y horizontal, así como los dispositivos que se incorporen deberán cumplir en todo momento con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 "Señalamiento Horizontal y vertical en carreteras y vialidades urbanas", es importante señalar que cada sistema de control de velocidad encontrara variaciones de acuerdo a los límites de velocidad establecidos para cada zona así como por la configuración y geometría de cada caso particular de cruce a nivel ferroviario, a continuación se ejemplifican algunos casos:

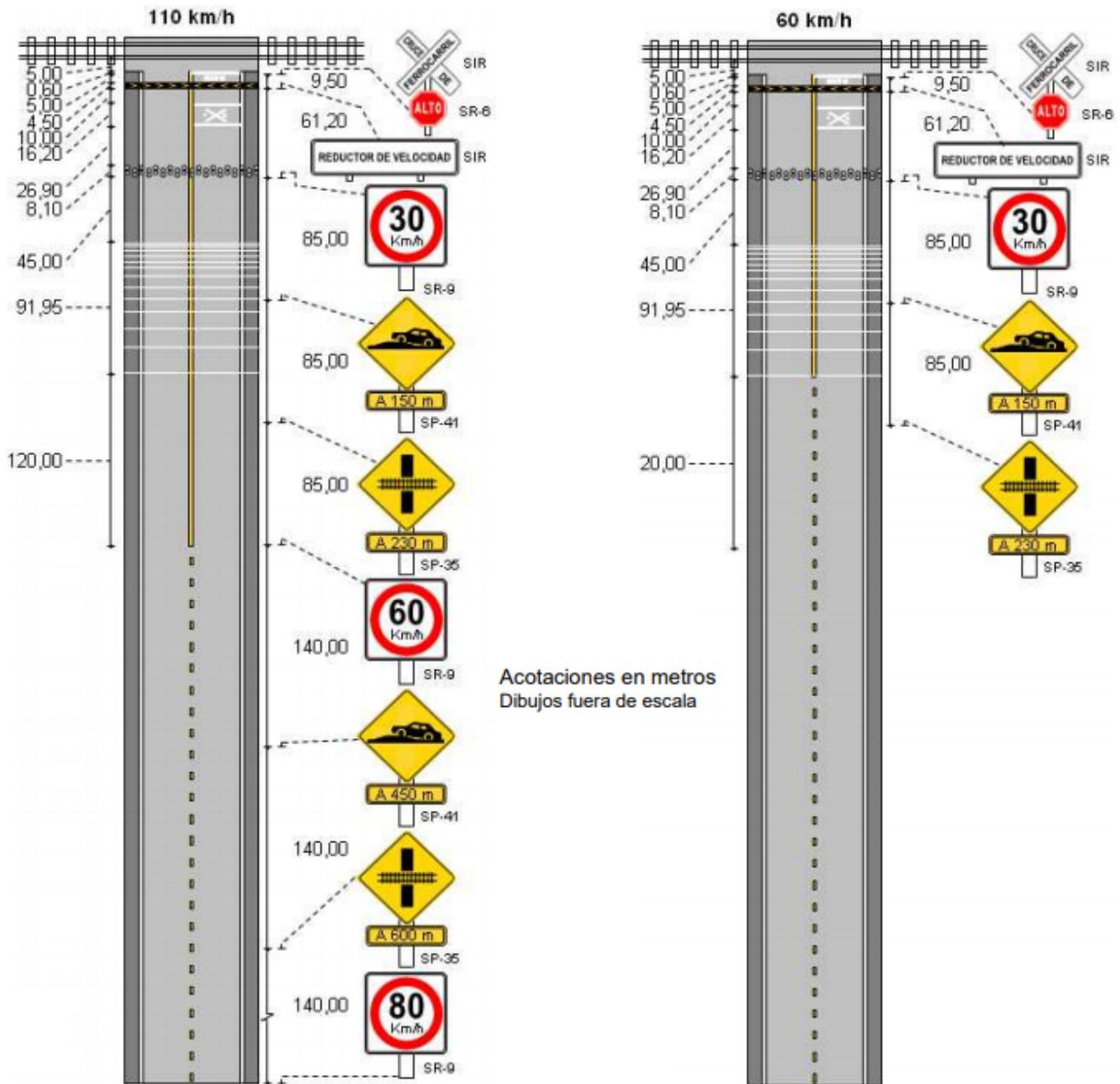


Figura 22. Sistemas de control de velocidad para cruces a nivel con vías férreas con velocidades de operación de 110 km/h y 60 km/h.  
Fuente: (SCT, 2011)

En cuanto a los semáforos, la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" indica que para cruces Tipo A se deberá colocar un semáforo tipo SEM-4.6A por sentido de circulación, en caso de que las

condiciones geométricas y de ubicación del cruce a nivel no permitan la instalación de dicho semáforo se instalará uno del tipo SEM-4.6; para cruces Tipo B es necesaria la instalación de un semáforo tipo SEM-4.6; finalmente, los cruces Tipo C no requiere la instalación de un semáforo específico. Todos los tipos de cruce a nivel deberán contar con el señalamiento vertical y horizontal estipulado por la NOM-034-SCT2-2011.

El objetivo de los semáforos clasificados como SEM-4.6A y SEM-4.6 es indicar a los conductores de vehículos y peatones, así como a los usuarios en general, la aproximación o presencia de un equipo ferroviario en un cruce a nivel, en todos los casos los semáforos antes mencionados deberán encontrarse complementados con la señal informativa de recomendación SIR "Cruce de ferrocarril", la barrera del semáforo SEM-4.6A debe ser de forma trapezoidal y contar con la longitud suficiente para restringir la circulación de los vehículos ante la aproximación o presencia de un equipo ferroviario.

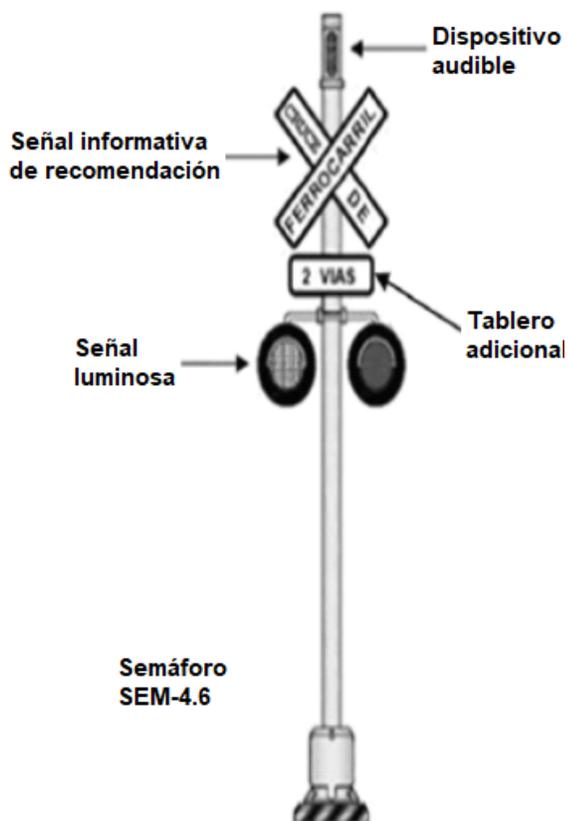


Figura 23. Semáforo SEM-4.6.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

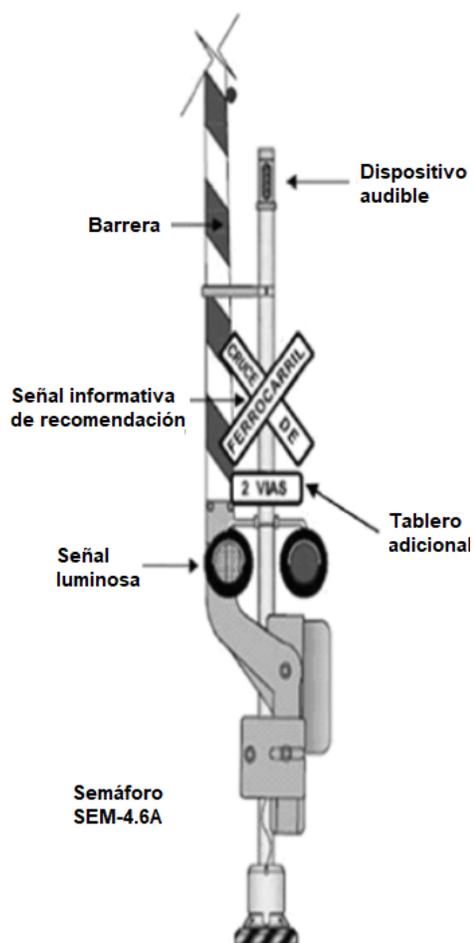


Figura 24. Semáforo SEM-4.6A.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

Los semáforos denominados SEM-4.6A y SEM-4.6 deberán instalarse de manera tal que den la indicación debida a los vehículos que se aproximan por la vialidad, deberán contar con la forma y dimensiones establecidas por norma, los semáforos deberán instalarse preferentemente a la derecha del sentido del tránsito vehicular, la distancia mínima entre la parte más cercana de semáforo y el riel más próximo debe ser de 5.00 metros; los semáforos se deben colocar a una distancia mínima de 60 centímetros y máxima de 1.0 metro fuera de la calle a partir de la orilla exterior de la calzada o de la orilla exterior del arroyo vehicular, las señales luminosas deberán estar colocadas a una altura que oscile entre los 2.50 metros y los 3.00 metros y en caso de encontrarse colocadas en un soporte tipo ménsula la altura libre deberá encontrarse entre los 5.50 metros y los 6.00 metros.

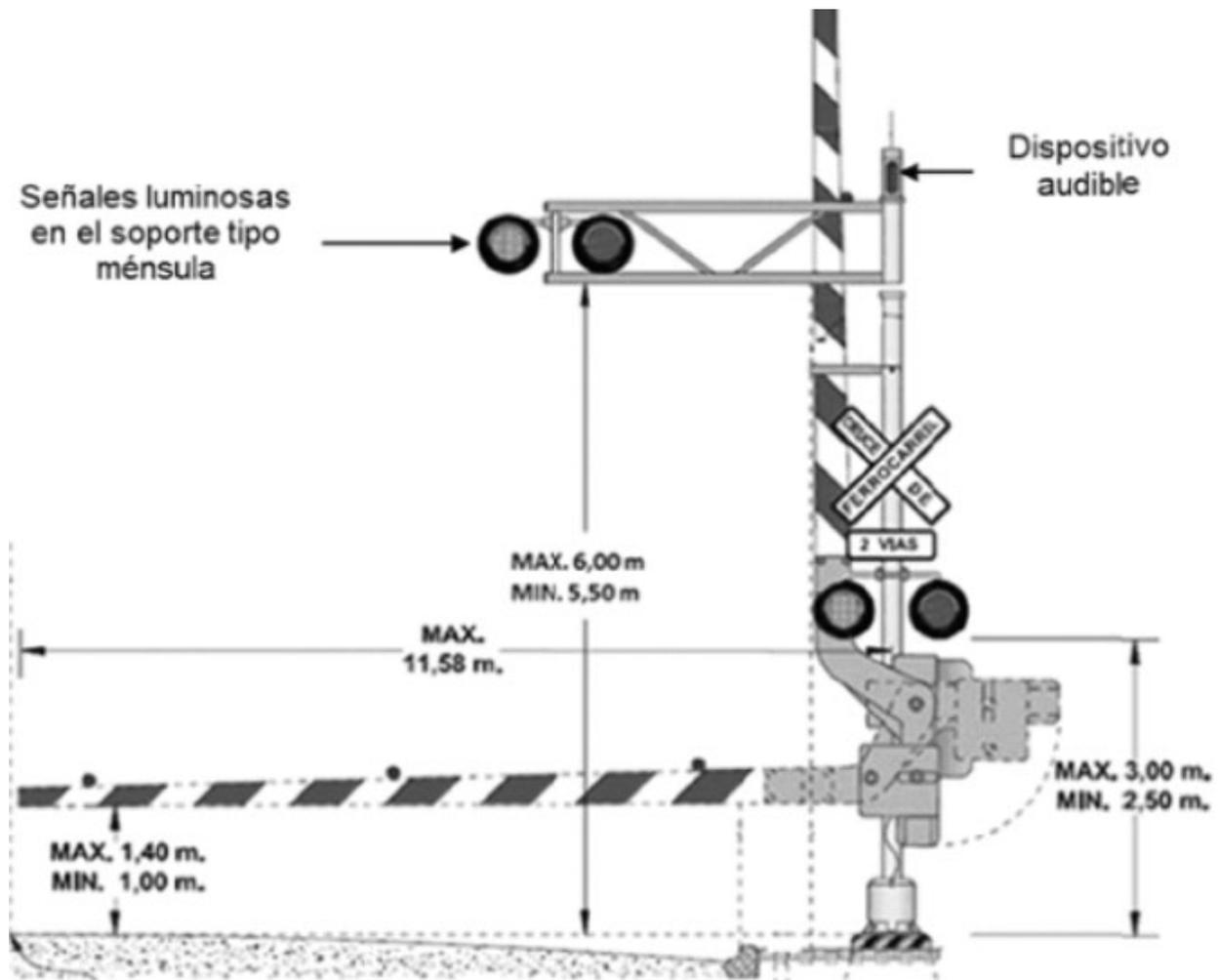


Figura 25. Especificaciones generales para un semáforo tipo SEM-4.6A con señales luminosas adicionales en soporte tipo ménsula. Fuente: (SEGOB, 2017).

Las barreras de los semáforos tipo SEM-4.6A deben estar dispuestas en forma trapezoidal con un ancho mínimo de 30 centímetros en la base y de 15 centímetros en la punta, de manera tal que permitan la instalación de luces y franjas diagonales reflectantes que favorezcan su visibilidad, deberán contar con operación automática. Se deberán equipar con al menos tres luces rojas colocadas en su parte superior de forma tal que sean visibles desde ambos sentidos del tránsito vehicular, la más cercana a la punta deberá estar iluminada permanentemente y las otras deberán encontrarse sincronizadas con las señales luminosas; el color de las franjas de las barreras deberá ser blanco y rojo reflejante. Las barreras sirven como complemento para los semáforos SEM-4.6A, sin embargo, pueden ser instaladas en el mismo soporte o en una estructura independiente. Cuando la parte inferior de la barrera se encuentre en el plano horizontal deberá estar a una altura sobre la superficie del camino mínima de un metro y máxima de 1.40 metros.

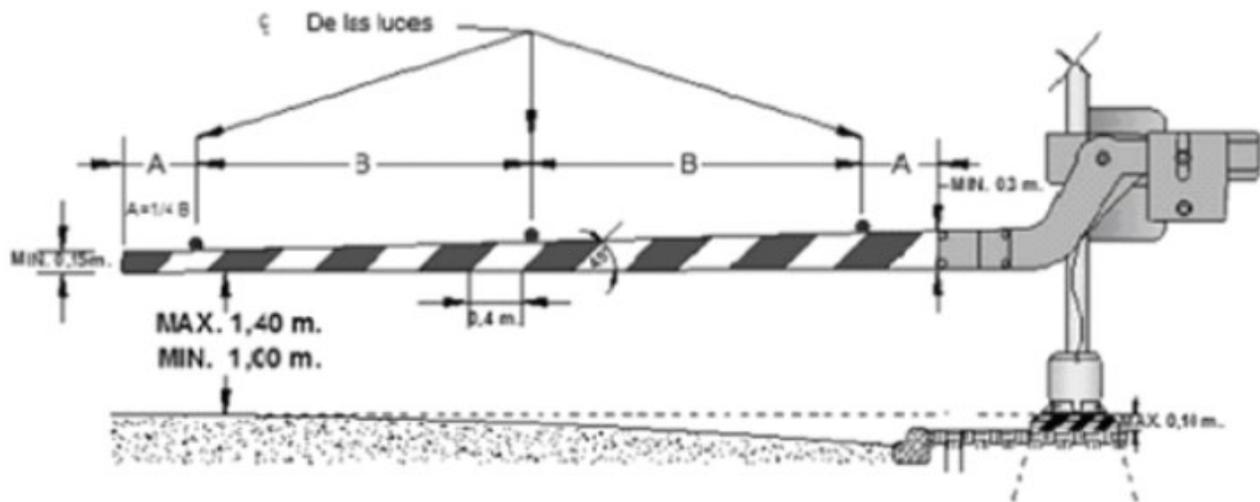


Figura 26. Detalle de la barrera del semáforo SEM-4.6A.  
Fuente: (SEGOB, 2017).

### Capítulo 3: Problemática de los cruces a nivel

Los cruces a nivel efectuados entre vías férreas y vialidades urbanas son denominados como puntos de conflicto, esto debido a que al existir la convivencia entre dos modos de transporte es complejo lograr la homologación entre los dispositivos de control de tránsito tradicionalmente empleados en el cruce de dos caminos del mismo tipo. El Tren Turístico Puebla –Cholula, al

desarrollarse en un entorno enteramente urbano presenta una gran cantidad de cruces a nivel que requieren de un adecuado sistema de señalamiento vial, el cual ha sido afectado por el paso del tiempo y actualmente se encuentra deteriorado. En el presente capítulo se explicará más a fondo la problemática existente a lo largo del recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula, se presentará la clasificación de los cruces a nivel existentes y se determinará la condición del señalamiento vial de dichas intersecciones.

### **3.1 Problemática en el Tren Turístico Puebla - Cholula**

El Tren Turístico Puebla – Cholula funciona como medio de transporte de pasajeros entre ambos municipios del Estado de Puebla, sin embargo, estos municipios cuentan con una cercanía entre ellos que no deja cabida al espacio abierto, por lo tanto, el recorrido del tren turístico discurre entre la zona urbana circulando sobre las vías férreas como si de una vialidad para automóvil se tratara, derivando en una convivencia entre el ferrocarril y los vehículos automotores, así como entre los peatones mismos. El hecho de que exista una barrera que divide la circulación de los peatones y automóviles significa un conflicto en general para la movilidad de la población que habita en las zonas por las que se encuentran ubicadas las vías del ferrocarril.

No es de extrañarse que en los cruces a nivel ferroviarios ocurran con frecuencia accidentes que involucren al ferrocarril, peatones o automovilistas, es por ello que la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF) publica de manera trimestral el "Reporte de Seguridad en el Sistema Ferroviario Mexicano" que tiene por objetivo dar a conocer los reportes relacionados con la seguridad operativa y pública del sistema ferroviario en nuestro país y que cuenta con el apoyo de los concesionarios y asignatarios del SFM, en el tercer trimestre del 2020 se observa un incremento general del número de reportes de arrollamiento de vehículos a nivel nacional, incrementándose estos en un 48.62% en comparación con el trimestre anterior, destacando que el 91.36% de los accidentes tuvieron lugar en vías principales (ARTF, Reporte de Seguridad en el Sistema Ferroviario Mexicano "Tercer Trimestre 2020", 2020), otros aspectos que se contemplan en el reporte trimestral son siniestros ferroviarios, descarrilamientos, robo y vandalismo, robo de vía, robo a producto o carga, vandalismo a material rodante y cierre de vías.

De acuerdo con el Reporte de Seguridad en el Sistema Ferroviario Mexicano correspondiente al Tercer Trimestre de 2020 el Estado de Puebla registraron tres (3) siniestros en

el primer trimestre de 2020, uno (1) en el segundo trimestre de 2020 y siete (7) en el tercer trimestre de 2020; así mismo el siniestro ocurrido en el segundo trimestre de 2020 corresponde a un arrollamiento de vehículo y seis (6) de los percances del tercer trimestre de 2020 se encuentran en la misma categoría que el anterior, en todos los casos los siniestros fueron ocasionados por causas ajenas al ferrocarril, finalmente cabe resaltar que tanto en el segundo trimestre como en el tercer trimestre de 2020 existieron once (11) reportes de robo a componentes de vías férreas.



Figura 27. Choque del Tren Turístico Puebla - Cholula contra un particular.  
Fuente: (Marcial, 2020).

De acuerdo con la Sema de Seguridad Ferroviaria 2020 de la ARTF en América del Norte mueren más de 2,100 personas por accidentes relacionados con el ferrocarril, en nuestro país ocurren diariamente un promedio de dos (2) accidentes que lo involucran, motivo por el cual la ARTF y los concesionarios encabezan esfuerzos importantes en materia de señalización de éstos cruces, así mismo, se enlistan ciertos puntos como sugerencias para los conductores de vehículos automotores entre los que se encuentran:

- Respetar los señalamientos viales en todo momento.
- Haz alto total a una distancia no menor a 5 metros hasta el riel más cercano.
- Como medida de precaución haz alto total por un lapso de 5 a 10 segundos, mientras te aseguras que no venga el tren y continua tu camino.

- Cerciórate a ambos lados de que no venga un tren u otro vehículo que circule sobre los rieles, si se aproxima, deja que pase y acto seguido, pasa en forma segura.
- Si existen semáforos viales en los cruces a nivel, por tu seguridad y la de los acompañantes y/o pasajeros, no te detengas a esperar la luz verde (siga) sobre las vías férreas, es decir, no las obstruyas.
- Respetar en sus cruces la preferencia de paso del ferrocarril.
- Obedecer las señales de los semáforos y detener su vehículo en la línea de ALTO, sin invadir la zona de cruce de peatones, cuando la luz del semáforo esté en color rojo.
- Está estrictamente prohibido franquear una barrera de cruce de ferrocarril que esté cerrada o se encuentre en proceso de cierre.

El señalamiento vial en las intersecciones a nivel juega un papel importante para los conductores de vehículos que deban cruzar por las vías de ferrocarril, pues estas señales informativas y restrictivas guían al usuario respecto a las acciones que debe tomar al aproximarse a un cruce a nivel. En el caso del recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula, tras cuatro años de su inauguración, la calidad y existencia del señalamiento horizontal y vertical se ha visto mermada por el paso del tiempo, el intemperismo o incluso por el vandalismo, la presencia del señalamiento vial en condiciones óptimas aporta un grado de seguridad en la zona que reduce la cantidad de accidentes ocurrido en los cruces a nivel.

### **3.2 Clasificación de los cruces a nivel del Tren Turístico Puebla - Cholula**

El Tren Turístico Puebla – Cholula cuenta con un recorrido que abarca 17.2 kilómetros de extensión, en los cuales se identificaron un total de 52 cruces a nivel entre vialidades y vías férreas. Para poder llevar a cabo un diagnóstico adecuado del señalamiento de los cruces a nivel es necesario conocer el tipo de cruce a nivel al que pertenece cada intersección, para lo cual se emplea la metodología de calificación de cruces a nivel según su peligrosidad contenida en la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas"; para ello se observaron las condiciones propias de geometría y ubicación de cada cruce, se realizaron dos corridas de evaluación considerando condiciones optimistas y pesimistas para las cuales se tomaron en cuenta los siguientes criterios según el caso:

- Escenario optimista:
  - La pendiente longitudinal en todos los casos será tomada como 0%.
  - La superficie de rodadura será considerada con deficiencias solamente en aquellos casos que sea claramente apreciable y no superará el 50% del área a menos que se identifiquen afectaciones graves.
  - Las condiciones del estado del drenaje serán consideradas como satisfactorias en todos los casos.
  - La diferencia del peralte será considerada como 0 centímetros excepto en los casos donde se aprecia claramente una situación contraria.
  - En todos los casos se considerará que el alumbrado cumple con la NOM-013-ENER-2013 (CFE) con excepción de los casos donde no se aprecie la existencia del mismo.
  - Se asignará el valor del rango de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) según se aprecie la ubicación del cruce y el tipo de vialidad que intersecta.
  - Debido a que no existe un Volumen de Tránsito Ferroviario (VTF) definido, se asignará el menor valor posible.
  - Se omitirá por completo la ocurrencia de accidentes en la totalidad de las intersecciones analizadas.
- Escenario pesimista:
  - La pendiente longitudinal en todos los casos será tomada como 0%.
  - Se considerará que todos los cruces presentan deficiencias en al menos el 50% del área de cruce.
  - Se considerará en todos los casos que las condiciones del drenaje existente no son satisfactorias.
  - La diferencia del peralte será considerada entre 1 y 5 centímetros, y aquellos cruces en los que se pueda apreciar un desgaste en la zona de pavimento cercana a los rieles se considerará una diferencia de peralte igual o mayor a 6 centímetros.
  - En todos los casos se considerará que el alumbrado no cumple con la NOM-013-ENER-2013 (CFE).
  - Se asignará el valor del rango de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) según se aprecie la ubicación del cruce y el tipo de vialidad que intersecta.

- Debido a que no existe un Volumen de Tránsito Ferroviario (VTF) definido, se asignará el menor valor posible.
- Se omitirá por completo la ocurrencia de accidentes en la totalidad de las intersecciones analizadas.

Una vez establecidos los criterios de evaluación se identificaron los 52 cruces indicando el nombre de la calle o calles que intersectan las vías férreas de la siguiente manera:

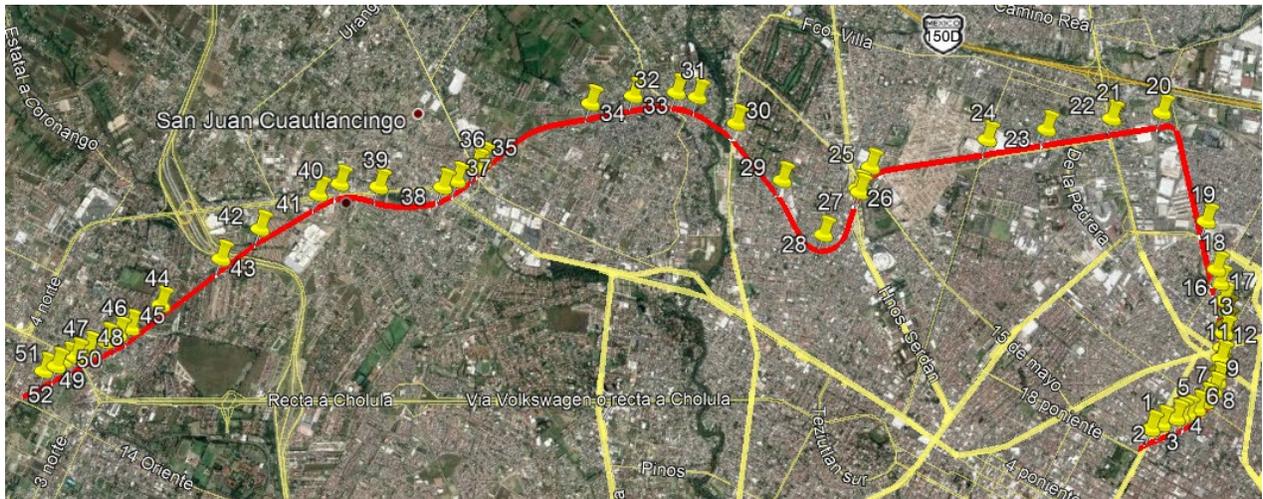


Figura 28. Cruces a nivel identificados en el recorrido del Tren Turístico Puebla - Cholula.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Cruces a nivel identificados.  
Fuente: Elaboración propia.

No.	Calle	No.	Calle
1	11 Norte	13	Diag. Def. de la Rep.
2	22 Poniente	14	44 Poniente
3	24 Poniente	15	46 Poniente
4	9 Norte	16	11 Norte
5	26 Poniente	17	50 Poniente
6	28 Poniente	18	15 Norte
7	30 Poniente	19	Boulevard Norte
8	32 Poniente	20	Prol. 27 Norte
9	34 Poniente	21	Carmen Serdán
10	36 Poniente	22	Fco. Javier Mina Ote.
11	38 Poniente	23	J. María Morelos
12	40 Poniente	24	A. Serdán Sur

No.	Calle
25	15 de Mayo
26	28 Poniente
27	Blvd. Hnos. Serdán
28	57 Norte
29	3 Norte
30	Esteban de Antuñano
31	Hombres ilustres
32	Independencia
33	Fundadores
34	Moctezuma
35	México - Puebla
36	20 de Noviembre
37	Av. Forjadores
38	Melchor Ocampo

No.	Calle
39	Metlapanapa
40	5 de Mayo Sur
41	Cedro
42	Cmno. de la Hacienda
43	Álvaro Obregón
44	24 Oriente
45	Los Nogales
46	16 Oriente
47	14 Oriente
48	12 Oriente
49	10 Norte
50	8 Oriente
51	6 Oriente
52	4 Oriente

Se procede a realizar la clasificación de los cruces a nivel ferroviarios de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" empleado los criterios establecidos previamente para cada escenario; los resultados de la evaluación se muestran a continuación:

Tabla 11. Evaluación de cruces a nivel escenario optimista.  
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO OPTIMISTA																	
Número	Calle	Ángulo de esviaje	Distancia de visibilidad de cuadrantes	Pendiente longitudinal	Superficie de rodadura	Drenaje	Número de vías férreas	Diferencia de peralte	Número de carriles	Alumbrado	Volumen de Tránsito Vehicular	Volumen de Tránsito Ferroviario	Calificación general	Penalización por accidentes	Penalización por tipo de vehículos	Calificación final	Tipo de cruce a nivel
1	11 Norte	0	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	170	0	-75	95	TIPO A
2	22 Poniente	3	0	5	5	5	5	5	0	5	2	5	254	0	-75	179	TIPO A

3	24 Poniente	3	0	5	5	5	5	5	0	5	2	5	254	0	0	254	TIPO B
4	9 Norte	0	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	170	0	-75	95	TIPO A
5	26 Poniente	0	0	5	5	5	5	5	0	5	2	5	218	0	0	218	TIPO A
6	28 Poniente	5	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	230	0	-75	155	TIPO A
7	30 Poniente	5	0	5	5	5	5	5	0	5	2	5	278	0	0	278	TIPO B
8	32 Poniente	5	0	5	3	5	5	5	0	5	2	5	270	0	0	270	TIPO B
9	34 Poniente	5	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	230	0	-75	155	TIPO A
10	36 Poniente	3	0	5	5	5	5	5	0	5	2	5	254	0	-75	179	TIPO A
11	38 Poniente	5	0	5	5	5	5	5	0	5	2	5	278	0	-75	203	TIPO A
12	40 Poniente	5	0	5	5	5	5	3	0	5	2	5	272	0	-75	197	TIPO A
13	Diag. Def. de la Rep.	3	0	5	3	5	5	3	0	5	0	5	192	0	-75	117	TIPO A
14	44 Poniente	3	0	5	3	5	5	3	0	5	0	5	192	0	0	192	TIPO A
15	46 Poniente	3	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
16	11 Norte	0	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	170	0	-75	95	TIPO A
17	50 Poniente	0	0	5	3	5	5	3	0	5	2	5	204	0	0	204	TIPO A
18	15 Norte	0	0	5	3	5	0	3	0	5	0	5	126	0	-75	51	TIPO A
19	Boulevard Norte	3	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
20	Prol. 27 Norte	5	0	5	5	5	0	0	0	5	2	5	233	0	-50	183	TIPO A
21	Carmen Serdán	5	0	5	3	5	5	5	0	5	0	5	222	0	-75	147	TIPO A
22	Fco. Javier Mina Ote.	3	0	5	3	5	5	5	0	5	0	5	198	0	-75	123	TIPO A
23	J. María Morelos	5	0	5	3	5	5	0	0	5	0	5	207	0	-75	132	TIPO A
24	A. Serdán Sur	5	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	230	0	-75	155	TIPO A
25	15 de Mayo	5	0	5	3	5	5	3	0	5	0	5	216	0	-75	141	TIPO A
26	28 Poniente	3	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
27	Blvd. Hnos. Serdán	3	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
28	57 Norte	3	0	5	3	5	5	5	0	5	3	5	270	0	0	270	TIPO B
29	3 Norte	3	0	5	0	5	0	3	0	0	3	5	212	0	-50	162	TIPO A
30	Esteban de Antuñano	5	0	5	3	5	5	5	0	5	0	5	222	0	-75	147	TIPO A
31	Hombres ilustres	5	0	5	3	5	5	5	0	5	2	5	270	0	-75	195	TIPO A
32	Independencia	3	0	5	5	5	5	5	0	5	3	5	278	0	-75	203	TIPO A
33	Fundadores	5	0	5	5	5	5	5	0	5	3	5	302	0	0	302	TIPO B
34	Moctezuma	5	0	5	3	5	5	3	0	5	3	5	288	0	0	288	TIPO B
35	México - Puebla	5	0	5	3	5	5	5	0	5	0	5	222	0	-75	147	TIPO A
36	20 de Noviembre	5	0	5	3	5	0	5	0	5	2	5	240	0	0	240	TIPO A
37	Av. Forjadores	5	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	230	0	-75	155	TIPO A
38	Melchor Ocampo	3	0	5	5	5	5	5	0	5	2	5	254	0	-75	179	TIPO A
39	Metlapanapa	5	0	5	3	5	5	5	0	0	3	5	284	0	0	284	TIPO B
40	5 de Mayo Sur	5	0	5	3	5	5	5	0	5	2	5	270	0	-50	220	TIPO A
41	Cedro	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	470	0	0	470	TIPO C

42	Cmno. de la Hacienda	3	0	5	3	5	5	5	0	5	3	5	270	0	0	270	TIPO B
43	Álvaro Obregón	3	0	5	5	5	5	5	0	5	3	5	278	0	0	278	TIPO B
44	24 Oriente	3	0	5	3	5	5	5	0	5	3	5	270	0	-50	220	TIPO A
45	Los Nogales	5	0	5	5	5	5	5	0	5	3	5	302	0	0	302	TIPO B
46	16 Oriente	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	470	0	0	470	TIPO C
47	14 Oriente	5	0	5	3	5	5	5	0	5	2	5	270	0	0	270	TIPO B
48	12 Oriente	5	0	5	5	5	5	5	0	5	0	5	230	0	-75	155	TIPO A
49	10 Norte	3	0	5	5	5	5	5	0	5	3	5	278	0	-75	203	TIPO A
50	8 Oriente	3	0	5	5	5	5	5	5	5	3	5	398	0	0	398	TIPO C
51	6 Oriente	5	0	5	5	5	5	5	0	5	3	5	302	0	0	302	TIPO B
52	4 Oriente	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	470	0	0	470	TIPO C

Tabla 12. Evaluación de cruces a nivel escenario pesimista.

Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO PESIMISTA																	
Número	Calle	Ángulo de esvaje	Distancia de visibilidad de cuadrantes	Pendiente longitudinal	Superficie de rodadura	Drenaje	Número de vías férreas	Diferencia de peralte	Número de carriles	Alumbrado	Volumen de Tránsito Vehicular	Volumen de Tránsito Ferroviario	Calificación general	Penalización por accidentes	Penalización por tipo de vehículos	Calificación final	Tipo de cruce a nivel
1	11 Norte	0	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	146	0	-75	71	TIPO A
2	22 Poniente	3	0	5	3	0	5	3	0	5	2	5	230	0	-75	155	TIPO A
3	24 Poniente	3	0	5	3	0	5	3	0	5	2	5	230	0	0	230	TIPO A
4	9 Norte	0	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	146	0	-75	71	TIPO A
5	26 Poniente	0	0	5	3	0	5	3	0	5	2	5	194	0	0	194	TIPO A
6	28 Poniente	5	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
7	30 Poniente	5	0	5	3	0	5	3	0	5	2	5	254	0	0	254	TIPO B
8	32 Poniente	5	0	5	0	0	5	3	0	5	2	5	242	0	0	242	TIPO A
9	34 Poniente	5	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
10	36 Poniente	3	0	5	3	0	5	3	0	5	2	5	230	0	-75	155	TIPO A
11	38 Poniente	5	0	5	3	0	5	3	0	5	2	5	254	0	-75	179	TIPO A
12	40 Poniente	5	0	5	3	0	5	0	0	5	2	5	245	0	-75	170	TIPO A
13	Diag. Def. de la Rep.	3	0	5	0	0	5	0	0	5	0	5	161	0	-75	86	TIPO A

14	44 Poniente	3	0	5	0	0	5	0	0	5	0	5	161	0	0	161	TIPO A
15	46 Poniente	3	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	182	0	-75	107	TIPO A
16	11 Norte	0	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	146	0	-75	71	TIPO A
17	50 Poniente	0	0	5	0	0	5	0	0	5	2	5	173	0	0	173	TIPO A
18	15 Norte	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	5	95	0	-75	20	TIPO A
19	Boulevard Norte	3	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	182	0	-75	107	TIPO A
20	Prol. 27 Norte	5	0	5	3	0	0	0	0	5	2	5	215	0	-50	165	TIPO A
21	Carmen Serdán	5	0	5	0	0	5	3	0	5	0	5	194	0	-75	119	TIPO A
22	Fco. Javier Mina Ote.	3	0	5	0	0	5	3	0	5	0	5	170	0	-75	95	TIPO A
23	J. María Morelos	5	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5	155	0	-75	80	TIPO A
24	A. Serdán Sur	5	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
25	15 de Mayo	5	0	5	0	0	5	0	0	5	0	5	185	0	-75	110	TIPO A
26	28 Poniente	3	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	182	0	-75	107	TIPO A
27	Blvd. Hnos. Serdán	3	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	182	0	-75	107	TIPO A
28	57 Norte	3	0	5	0	0	5	3	0	0	3	5	232	0	0	232	TIPO A
29	3 Norte	3	0	5	0	0	0	0	0	0	3	5	193	0	-50	143	TIPO A
30	Esteban de Antuñano	5	0	5	0	0	5	3	0	5	0	5	194	0	-75	119	TIPO A
31	Hombres ilustres	5	0	5	0	0	5	3	0	5	2	5	242	0	-75	167	TIPO A
32	Independencia	3	0	5	3	0	5	3	0	0	3	5	244	0	-75	169	TIPO A
33	Fundadores	5	0	5	3	0	5	3	0	0	3	5	268	0	0	268	TIPO B
34	Moctezuma	5	0	5	0	0	5	0	0	0	3	5	247	0	0	247	TIPO A
35	México - Puebla	5	0	5	0	0	5	3	0	5	0	5	194	0	-75	119	TIPO A
36	20 de Noviembre	5	0	5	0	0	0	3	0	5	2	5	212	0	0	212	TIPO A
37	Av. Forjadores	5	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
38	Melchor Ocampo	3	0	5	3	0	5	3	0	5	2	5	230	0	-75	155	TIPO A
39	Metlapanapa	5	0	5	0	0	5	3	0	0	3	5	256	0	0	256	TIPO B
40	5 de Mayo Sur	5	0	5	0	0	5	3	0	5	2	5	242	0	-50	192	TIPO A
41	Cedro	5	0	5	3	0	5	3	5	0	5	5	436	0	0	436	TIPO C
42	Cmno. de la Hacienda	3	0	5	0	0	5	3	0	0	3	5	232	0	0	232	TIPO A
43	Álvaro Obregón	3	0	5	3	0	5	3	0	0	3	5	244	0	0	244	TIPO A
44	24 Oriente	3	0	5	0	0	5	3	0	0	3	5	232	0	-50	182	TIPO A
45	Los Nogales	5	0	5	3	0	5	3	0	0	3	5	268	0	0	268	TIPO B
46	16 Oriente	5	0	5	3	0	5	3	5	0	5	5	436	0	0	436	TIPO C
47	14 Oriente	5	0	5	0	0	5	3	0	5	2	5	242	0	0	242	TIPO A
48	12 Oriente	5	0	5	3	0	5	3	0	5	0	5	206	0	-75	131	TIPO A
49	10 Norte	3	0	5	3	0	5	3	0	0	3	5	244	0	-75	169	TIPO A
50	8 Oriente	3	0	5	3	0	5	3	5	0	3	5	364	0	0	364	TIPO C
51	6 Oriente	5	0	5	3	0	5	3	0	0	3	5	268	0	0	268	TIPO B
52	4 Oriente	5	0	5	3	0	5	3	5	5	5	5	446	0	0	446	TIPO C

El resultado de la clasificación de los cruces a nivel ferroviarios en el recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula considerando los criterios establecidos previamente para los escenarios optimista y pesimista son los siguientes:

Tabla 13. Resultados de la clasificación de cruces a nivel.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>ESCENARIO OPTIMISTA</b>	
Cruces a nivel TIPO A	36
Cruces a nivel TIPO B	12
Cruces a nivel TIPO C	4
<b>ESCENARIO PESIMISTA</b>	
Cruces a nivel TIPO A	43
Cruces a nivel TIPO B	5
Cruces a nivel TIPO C	4

### 3.3 Diagnóstico de los cruces a nivel del Tren Turístico Puebla - Cholula

De acuerdo con la clasificación obtenida previamente para cada escenario de análisis, se obtuvieron para el escenario optimista 36 Cruces a Nivel Tipo A, 12 Cruces a Nivel Tipo B y 4 Cruces a Nivel Tipo C, para el escenario pesimista los resultados son 43 Cruces a nivel Tipo A, 5 Cruces a nivel Tipo B y 4 Cruces a Nivel Tipo C, una vez establecida la tipología de los cruces a nivel ferroviarios es posible realizar el diagnóstico del señalamiento en cada cruce, para lo cual se establecieron los requisitos mínimos que debe cumplir cada intersección en términos de señalamiento vial de acuerdo con la normativa vigente los cuales se muestran a continuación:

Tabla 14. Requisitos de señalamiento por tipo de cruce.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>SEÑALAMIENTO HORIZONTAL</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Tipo de cruce</b>
Marca M-6 "Alto"	Todos
Marcas perpendiculares en todos los carriles del mismo sentido	Todos
Marca M-8 "FXC" en cada carril	Todos
Raya separadora de sentidos de circulación continua sencilla	Todos
Zona de vibradores	Opcional
Reductor de velocidad	Opcional

<b>SEÑALAMIENTO VERTICAL</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Tipo de cruce</b>
Señal preventiva SP-35 "Cruce con vía férrea "	Todos
Señal informativa de recomendación SIR "Cruce de ferrocarril"	Todos
Señal restrictiva SR-6 "Alto"	Todos
Señal preventiva SP-41 "Reductor de velocidad"	Opcional
Tablero con número de vías por cruzar	Opcional
Sistemas de control de velocidad	Opcional

<b>SEMÁFOROS</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Tipo de cruce</b>
Semáforo tipo SEM-4.6A	Tipo A
Semáforo tipo SEM-4.6	Tipo B

<b>BARRERAS</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Tipo de cruce</b>
Barreras	Tipo A

Se realizó el recorrido en cada una de las intersecciones analizadas con lo que fue posible determinar las condiciones en las que se encuentra el señalamiento vial en cada cruce a nivel, la información recabada se muestra en las tablas siguientes indicando si existe o no el señalamiento correspondiente, se presenta el diagnóstico para cada escenario analizado.

Tabla 15. Diagnóstico de cruces a nivel escenario optimista.

Fuente: Elaboración propia.

<b>ESCENARIO OPTIMISTA</b>			<b>DIAGNÓSTICO</b>			
<b>Número</b>	<b>Calle</b>	<b>Tipo de cruce a nivel</b>	<b>Señalamientos existentes</b>	<b>Señalamientos ausentes</b>	<b>Total de señalamientos</b>	<b>Existencia de señalamientos</b>
1	11 Norte	<b>TIPO A</b>	12	0	12	100%

2	22 Poniente	TIPO A	11	2	13	+50%
3	24 Poniente	TIPO B	8	3	11	+50%
4	9 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%
5	26 Poniente	TIPO A	10	3	13	+50%
6	28 Poniente	TIPO A	7	5	12	+50%
7	30 Poniente	TIPO B	4	6	10	-50%
8	32 Poniente	TIPO B	10	1	11	+50%
9	34 Poniente	TIPO A	5	6	11	-50%
10	36 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%
11	38 Poniente	TIPO A	7	6	13	+50%
12	40 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%
13	Diag. Def. de la Rep.	TIPO A	13	0	13	100%
14	44 Poniente	TIPO A	5	4	9	+50%
15	46 Poniente	TIPO A	9	3	12	+50%
16	11 Norte	TIPO A	7	5	12	+50%
17	50 Poniente	TIPO A	2	10	12	-50%
18	15 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%
19	Boulevard Norte	TIPO A	14	0	14	100%
20	Prol. 27 Norte	TIPO A	4	9	13	-50%
21	Carmen Serdán	TIPO A	5	6	11	-50%
22	Fco. Javier Mina Ote.	TIPO A	8	4	12	+50%
23	J. María Morelos	TIPO A	11	3	14	+50%
24	A. Serdán Sur	TIPO A	12	2	14	+50%
25	15 de Mayo	TIPO A	13	0	13	100%
26	28 Poniente	TIPO A	6	4	10	+50%
27	Blvd. Hnos. Serdán	TIPO A	12	0	12	100%
28	57 Norte	TIPO B	10	0	10	100%
29	3 Norte	TIPO A	10	2	12	+50%
30	Esteban de Antuñano	TIPO A	12	0	12	100%
31	Hombres ilustres	TIPO A	12	2	14	+50%
32	Independencia	TIPO A	8	4	12	+50%
33	Fundadores	TIPO B	3	8	11	-50%
34	Moctezuma	TIPO B	4	7	11	-50%
35	México - Puebla	TIPO A	11	1	12	+50%
36	20 de Noviembre	TIPO A	9	2	11	+50%
37	Av. Forjadores	TIPO A	10	2	12	+50%
38	Melchor Ocampo	TIPO A	5	7	12	-50%
39	Metlapanapa	TIPO B	3	5	8	-50%
40	5 de Mayo Sur	TIPO A	2	7	9	-50%

41	Cedro	TIPO C	0	7	7	-50%
42	Cmno. de la Hacienda	TIPO B	4	6	10	-50%
43	Álvaro Obregón	TIPO B	4	7	11	-50%
44	24 Oriente	TIPO A	2	8	10	-50%
45	Los Nogales	TIPO B	3	8	11	-50%
46	16 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%
47	14 Oriente	TIPO B	3	5	8	-50%
48	12 Oriente	TIPO A	10	0	10	100%
49	10 Norte	TIPO A	6	5	11	+50%
50	8 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%
51	6 Oriente	TIPO B	9	1	10	+50%
52	4 Oriente	TIPO C	6	4	10	+50%

Tabla 16. Diagnóstico de cruces a nivel escenario pesimista.

Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO PESIMISTA			DIAGNÓSTICO			
Número	Calle	Tipo de cruce a nivel	Señalamientos existentes	Señalamientos ausentes	Total de señalamientos	Existencia de señalamientos
1	11 Norte	TIPO A	12	0	12	100%
2	22 Poniente	TIPO A	11	2	13	+50%
3	24 Poniente	TIPO A	8	4	12	+50%
4	9 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%
5	26 Poniente	TIPO A	10	3	13	+50%
6	28 Poniente	TIPO A	7	5	12	+50%
7	30 Poniente	TIPO B	4	6	10	-50%
8	32 Poniente	TIPO A	10	2	12	+50%
9	34 Poniente	TIPO A	5	6	11	-50%
10	36 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%
11	38 Poniente	TIPO A	7	6	13	+50%
12	40 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%
13	Diag. Def. de la Rep	TIPO A	13	0	13	100%

14	44 Poniente	TIPO A	5	4	9	+50%
15	46 Poniente	TIPO A	9	3	12	+50%
16	11 Norte	TIPO A	7	5	12	+50%
17	50 Poniente	TIPO A	2	10	12	-50%
18	15 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%
19	Boulevard Norte	TIPO A	14	0	14	100%
20	Prol. 27 Norte	TIPO A	4	8	12	-50%
21	Carmen Serdán	TIPO A	5	6	11	-50%
22	Fco. Javier Mina Ote	TIPO A	8	4	12	+50%
23	J. María Morelos	TIPO A	11	3	14	+50%
24	A. Serdán Sur	TIPO A	12	2	14	+50%
25	15 de Mayo	TIPO A	13	0	13	100%
26	28 Poniente	TIPO A	6	4	10	+50%
27	Blvd. Hnos. Serdán	TIPO A	12	0	12	100%
28	57 Norte	TIPO A	10	1	11	+50%
29	3 Norte	TIPO A	10	2	12	+50%
30	Esteban de Antuñan	TIPO A	12	0	12	100%
31	Hombres ilustres	TIPO A	12	1	13	+50%
32	Independencia	TIPO A	8	4	12	+50%
33	Fundadores	TIPO B	3	8	11	-50%
34	Moctezuma	TIPO A	4	8	12	-50%
35	México - Puebla	TIPO A	11	1	12	+50%
36	20 de Noviembre	TIPO A	9	2	11	+50%
37	Av. Forjadores	TIPO A	10	2	12	+50%
38	Melchor Ocampo	TIPO A	5	7	12	-50%
39	Metlapanapa	TIPO B	3	5	8	-50%
40	5 de Mayo Sur	TIPO A	2	7	9	-50%
41	Cedro	TIPO C	0	7	7	-50%
42	Cmno. de la Hacienda	TIPO A	4	7	11	-50%
43	Álvaro Obregón	TIPO A	4	8	12	-50%
44	24 Oriente	TIPO A	2	8	10	-50%
45	Los Nogales	TIPO B	3	9	12	-50%
46	16 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%
47	14 Oriente	TIPO A	3	6	9	-50%
48	12 Oriente	TIPO A	10	0	10	100%
49	10 Norte	TIPO A	6	5	11	+50%
50	8 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%
51	6 Oriente	TIPO B	9	1	10	+50%
52	4 Oriente	TIPO C	6	4	10	+50%

El resultado del diagnóstico de los cruces a nivel ferroviarios en el recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula considerando los criterios establecidos previamente para los escenarios optimista y pesimista son los siguientes:

Tabla 17. Resultados del diagnóstico de cruces a nivel.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>ESCENARIO OPTIMISTA</b>		
Cruces a nivel TIPO A que cumplen con el señalamiento requerido (100%)	7	19.44%
Cruces a nivel TIPO A que cumplen con el señalamiento requerido (+50%)	22	61.11%
Cruces a nivel TIPO A que cumplen con el señalamiento requerido (-50%)	7	19.44%
Cruces a nivel TIPO B que cumplen con el señalamiento requerido (100%)	1	8.33%
Cruces a nivel TIPO B que cumplen con el señalamiento requerido (+50%)	3	25.00%
Cruces a nivel TIPO B que cumplen con el señalamiento requerido (-50%)	8	66.67%
Cruces a nivel TIPO C que cumplen con el señalamiento requerido (100%)	2	50.00%
Cruces a nivel TIPO C que cumplen con el señalamiento requerido (+50%)	1	25.00%
Cruces a nivel TIPO C que cumplen con el señalamiento requerido (-50%)	1	25.00%
<b>ESCENARIO PESIMISTA</b>		
Cruces a nivel TIPO A que cumplen con el señalamiento requerido (100%)	7	16.28%
Cruces a nivel TIPO A que cumplen con el señalamiento requerido (+50%)	25	58.14%
Cruces a nivel TIPO A que cumplen con el señalamiento requerido (-50%)	11	25.58%
Cruces a nivel TIPO B que cumplen con el señalamiento requerido (100%)	0	0.00%
Cruces a nivel TIPO B que cumplen con el señalamiento requerido (+50%)	1	20.00%
Cruces a nivel TIPO B que cumplen con el señalamiento requerido (-50%)	4	80.00%
Cruces a nivel TIPO C que cumplen con el señalamiento requerido (100%)	2	50.00%
Cruces a nivel TIPO C que cumplen con el señalamiento requerido (+50%)	1	25.00%
Cruces a nivel TIPO C que cumplen con el señalamiento requerido (-50%)	1	25.00%

## Conclusiones

Las condiciones del señalamiento vial observadas en los cruces a nivel ferroviarios en el recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula son variadas, de acuerdo con la clasificación realizada se detectó que existen los tres tipos de cruces a nivel contemplados por la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas".

Después de cuatro años de haber sido inaugurado el Tren Turístico Puebla – Cholula, las condiciones con las que realizó el diseño del señalamiento vial han cambiado pues, se observó que

en algunos casos aquellos cruces a nivel clasificados como Tipo A contaban únicamente con los dispositivos requeridos por los cruces a nivel Tipo B, lo cual se podría deber a que ante la implementación de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA) en sus línea 3 por parte del Gobierno del Estado de Puebla, el recorrido del transporte público convencional ha cambiado, derivado de ello, en la actualidad circulan por vialidades donde no se contemplaba previamente, por lo anterior, aquellos cruces a nivel ferroviarios que anteriormente eran Tipo B recibirán la penalización correspondiente con la circulación de vehículos de transporte de pasajeros pasando, en algunos casos, a ser clasificados como cruces a nivel Tipo A.

Se identificaron un total de 52 cruces a nivel, en el escenario optimista, 36 cruces fueron catalogados como Tipo A, de los cuales el 61.11% cuentan con más del 50% del señalamiento vial requerido y se observa que existen algunos de ellos, que por el contrario, presentan menos de la mitad del señalamiento indicado por normativa o éste se encuentra en condiciones inadecuadas, bajo el mismo escenario de análisis los 12 cruces a nivel Tipo B identificados, el 66.67% de ellos presentan la ausencia de más del 50% del señalamiento vial. El escenario pesimista presenta un incremento en los cruces a nivel Tipo A identificados pasando de 36 a un total de 43, con ello el número de cruces que cuentan con menos del 50% del señalamiento requerido también aumentó de un 19.44% a un 25.58%.

Se identificaron a lo largo del recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula un total de 10 cruces a nivel que cumplen por completo con los dispositivos requeridos según la clasificación a la que pertenecen, sin embargo, esto representa para el escenario optimista el 19.44% del total de los cruces a nivel Tipo A, 8.33% del total de los cruces a nivel Tipo B y 50% de los cruces a nivel Tipo C; en el escenario pesimista el total de cruces a nivel que cumplen con un 100% del señalamiento se redujo a 9, lo que se traduce en un 16.28% de los cruces a nivel Tipo A, 0.00% de los cruces a nivel Tipo B y 25.0% de los cruces a nivel Tipo C. En cifras globales, en el escenario optimista solamente el 19.23% de los cruces cuentan con el señalamiento vial requerido por normativa, porcentaje que disminuye en el escenario pesimista adoptando la cifra de 17.31%.

Es importante resaltar que los cruces que presentan la totalidad de los dispositivos requeridos por normativa se encuentran ubicados en su mayoría en las intersecciones con las principales arterias viales de la Ciudad de Puebla, evidenciando el cuidado por parte del Gobierno Estatal a los puntos que mayor conflicto podrían presentar, sin embargo, es notorio que existen

cruces que han visto mermada la calidad de su señalamiento tanto horizontal como vertical por razones tales como desgaste, intemperismo, vandalismo, entre otras, que se encuentran ubicados incluso en calles contiguas a los cruces primeramente mencionados.

Se observaron cruces a nivel que cuentan con señalamiento vertical indicando la presencia de reductores pese a la no existencia del mismo, en diversos casos también fue posible apreciar la ausencia del señalamiento horizontal correspondiente, así como un desgaste notoriamente importante que en ocasiones se traduce en la desaparición del mismo, dicho fenómeno es apreciable principalmente en calles que cuentan con superficie de rodadura a base de adoquín existentes en el municipio de Cholula, pues dicho material incrementa el desgaste en las marcas de pintura vial. Finalmente, existen cruces a nivel que cuentan con la presencia de semáforos tradicionales y no con los semáforos tipo SEM-4.6A o SEM-4.6 indicados por norma.

La necesidad de una re-clasificación de cruces a nivel en el recorrido del Tren Turístico Puebla – Cholula es evidente, ésta necesidad se deriva de las nuevas distribuciones del transporte público implementadas por el Gobierno de Estado de Puebla que implica la circulación del mismo por vialidades que convergen en los cruces a nivel ferroviarios, independientemente de ello, es necesario que se implemente un plan de acción para realizar trabajos de mantenimiento o restitución del señalamiento horizontal y vertical de los cruces a nivel atendiendo cada uno de ellos de acuerdo con sus características únicas de ubicación y geometría cumpliendo con lo estipulado por la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas" y la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 "Señalamiento Horizontal y vertical en carreteras y vialidades urbanas".

## Bibliografía

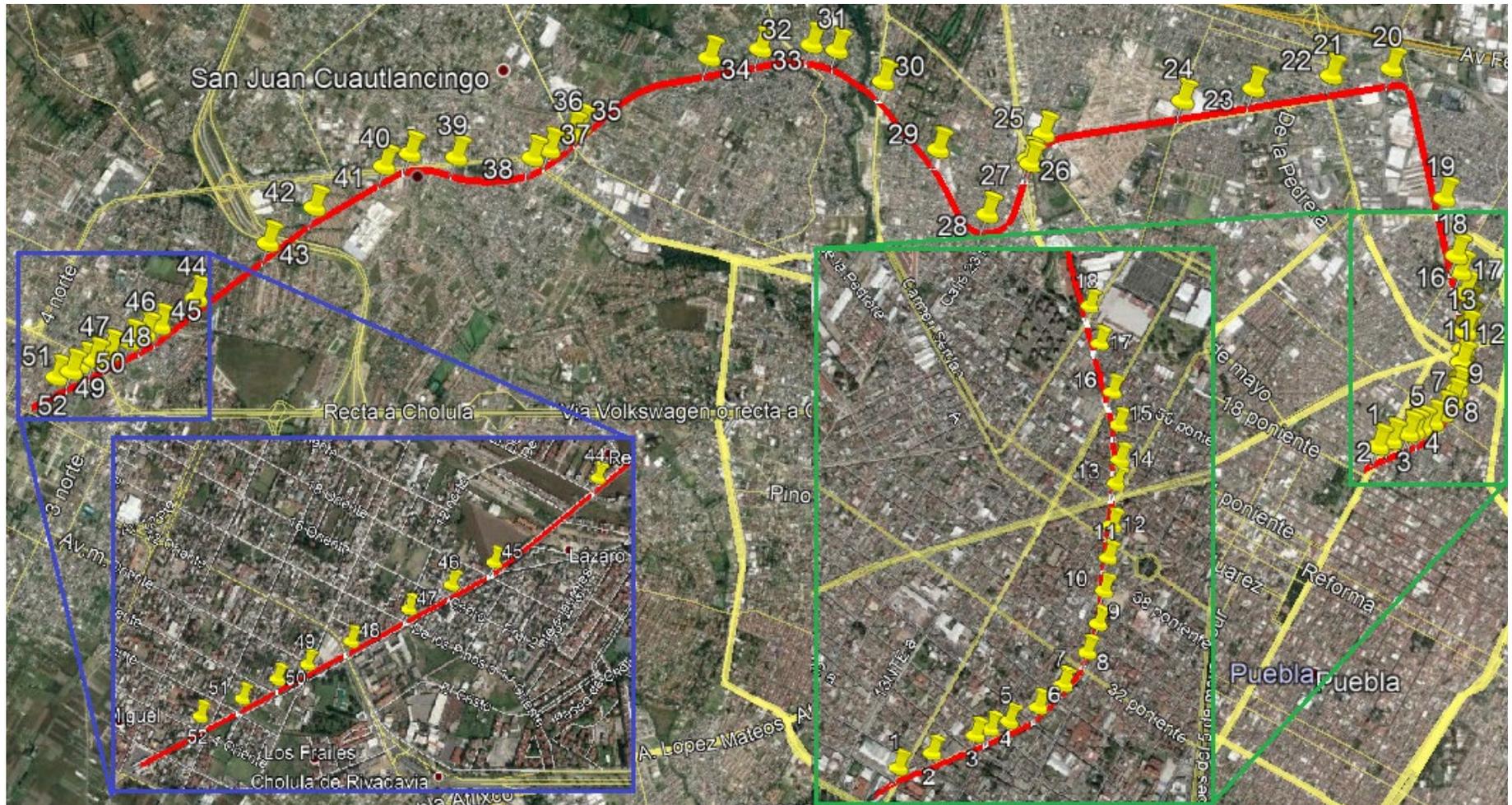
- ARTF. (18 de febrero de 2019). *Gobierno de México*. Recuperado el 18 de diciembre de 2020, de Blog de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario:  
<https://www.gob.mx/artf/articulos/infraestructura-ferroviaria-191183?idiom=es>
- ARTF. (21 de septiembre de 2020). *Gobierno de México*. Recuperado el 22 de diciembre de 2020, de Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario:  
<https://www.gob.mx/artf/articulos/semana-de-seguridad-ferroviaria-2020-252977?idiom=es>
- ARTF. (13 de noviembre de 2020). *Gobierno de México*. Recuperado el 05 de enero de 2021, de Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario:  
<https://www.gob.mx/artf/documentos/reporte-de-seguridad-en-el-sistema-ferroviario-mexicano-tercer-trimestre>
- GOOGLE. (2021). *Google Earth*. Recuperado el enero de 2021, de <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- GOOGLE. (2021). *Google Maps*. Recuperado el enero de 2021, de <https://www.google.com/maps/>
- Guerrero, A. (2017). Concesionarios de vías férreas en México. En *Ingeniería de vías férreas* (págs. 100-106). Ciudad de México, México. Recuperado el 18 de diciembre de 2020
- IMT. (s.f.). *Normas IMT*. Recuperado el 23 de diciembre de 2020, de N-PRY-CAR-6-01-001-01 "Proyecto de nuevos puentes y estructuras similares": <https://normas.imt.mx/normativa/N-PRY-CAR-6-01-001-01.pdf>
- Marcial, N. (14 de octubre de 2020). *El Sol de Puebla*. Recuperado el 05 de enero de 2021, de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/policiaca/video-choca-tren-turistico-puebla-cholula-contr-un-particular-momoxpan-5886853.html>
- Márquez, T. (2013). Muy breve historia de los trenes de pasajeros. *II Encuentro Internacional Sobre Ferrocarriles*. Ciudad de México: CONACULTA. Recuperado el 21 de diciembre de 2020, de: [http://dicyg.fi-c.unam.mx/~eventos/Sistemas/ferrocarriles/5M\\_Tren%20de%20Pasajeros.pdf](http://dicyg.fi-c.unam.mx/~eventos/Sistemas/ferrocarriles/5M_Tren%20de%20Pasajeros.pdf)
- Puebla, G. d. (2019). *Tren Turístico Puebla - Cholula*. Recuperado el 17 de diciembre de 2020, de <https://www.trenturisticopeblacholula.com/>

SCT. (16 de noviembre de 2011). *Normas IMT*. Recuperado el 30 de diciembre de 2020, de NOM-034-SCT2-2011 "Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas":  
<https://normas.imt.mx/NOMs/NOM-034-SCT2-2011.pdf>

SECTUR. (28 de abril de 2014). *Gobierno de México*. Recuperado el 17 de diciembre de 2020, de Secretaria de Turismo: <http://www.sectur.gob.mx/gobmx/pueblos-magicos/cholula-puebla/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%3A,m%C3%A1s%20antiguas%20de%20Am%C3%A9rica%E2%80%8B>

SEGOB. (11 de julio de 2017). *Diario oficial de la federación*. Recuperado el 23 de diciembre de 2020, de Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017 "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas":  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5489690&fecha=11/07/2017](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5489690&fecha=11/07/2017)

## Anexo. Croquis general de ubicación de cruces a nivel







## Anexo. Tabla de diagnóstico de cruces escenario optimista

ESCENARIO OPTIMISTA			DIAGNÓSTICO				Señalamiento horizontal						Señalamiento vertical				Semáforos		Barr.		
Número	Calle	Tipo de cruce a nivel	Señalamientos existentes	Señalamientos ausentes	Total de señalamientos	Existencia de señalamientos	Obligatorias			Opcionales			Obligatorias		Opcionales		T. A	T. B	T. A		
							Marca M-6 "Alto"	Marcas perpendiculares	M-8 "FXC"	Reya separadora	Zona de vibradores	Reductor de velocidad	SP-35 "Cruce con vía férrea"	SIR "Cruce de ferrocarril"	SR-6 "Alto"	SP-41 "Reductor de velocidad"	Tablero No. de vías	Control de velocidad	SEM-4.6A	SEM-4.6	Barreras
1	11 Norte	TIPO A	12	0	12	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
2	22 Poniente	TIPO A	11	2	13	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO	
3	24 Poniente	TIPO B	8	3	11	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R	
4	9 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
5	26 Poniente	TIPO A	10	3	13	+50%	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO	
6	28 Poniente	TIPO A	7	5	12	+50%	SI	NO	SI	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO
7	30 Poniente	TIPO B	4	6	10	-50%	SI	NO	NO	NO	SI	N/R	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
8	32 Poniente	TIPO B	10	1	11	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
9	34 Poniente	TIPO A	5	6	11	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
10	36 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
11	38 Poniente	TIPO A	7	6	13	+50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO
12	40 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
13	Diag. Def. de la Rep.	TIPO A	13	0	13	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI
14	44 Poniente	TIPO A	5	4	9	+50%	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R	NO
15	46 Poniente	TIPO A	9	3	12	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	N/R	N/R	NO	N/R	NO
16	11 Norte	TIPO A	7	5	12	+50%	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
17	50 Poniente	TIPO A	2	10	12	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	N/R	N/R	NO	N/R	NO
18	15 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	NO	NO	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO
19	Boulevard Norte	TIPO A	14	0	14	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI
20	Prol. 27 Norte	TIPO A	4	9	13	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	NO	SI	SI	NO	NO	N/R	NO	SI	NO
21	Carmen Serdán	TIPO A	5	6	11	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	N/R	SI	N/R	N/R	SI	NO
22	Fco. Javier Mina Ote.	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	N/R	N/R	N/R	SI	NO
23	J. María Morelos	TIPO A	11	3	14	+50%	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO
24	A. Serdán Sur	TIPO A	12	2	14	+50%	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO
25	15 de Mayo	TIPO A	13	0	13	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	SI	SI
26	28 Poniente	TIPO A	6	4	10	+50%	SI	NO	NO	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	N/R	N/R	N/R	SI	N/R	SI
27	Blvd. Hnos. Serdán	TIPO A	12	0	12	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	SI	N/R	SI
28	57 Norte	TIPO B	10	0	10	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	N/R	SI	N/R
29	3 Norte	TIPO A	10	2	12	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	NO
30	Esteban de Antuñano	TIPO A	12	0	12	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	SI
31	Hombres ilustres	TIPO A	12	2	14	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	NO	SI	NO
32	Independencia	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	SI	NO
33	Fundadores	TIPO B	3	8	11	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
34	Moctezuma	TIPO B	4	7	11	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
35	México - Puebla	TIPO A	11	1	12	+50%	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	SI	N/R	SI
36	20 de Noviembre	TIPO A	9	2	11	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	N/R	N/R	SI	NO	N/R	NO
37	Av. Forjadores	TIPO A	10	2	12	+50%	SI	SI	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	SI
38	Melchor Ocampo	TIPO A	5	7	12	-50%	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
39	Metlapanapa	TIPO B	3	5	8	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	N/R	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
40	5 de Mayo Sur	TIPO A	2	7	9	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	N/R	NO	SI	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R	NO
41	Cedro	TIPO C	0	7	7	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	N/R	NO	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R
42	Cmno. de la Hacienda	TIPO B	4	6	10	-50%	NO	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
43	Álvaro Obregón	TIPO B	4	7	11	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	SI	N/R	NO	N/R
44	24 Oriente	TIPO A	2	8	10	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	NO	NO	N/R	N/R	N/R	NO	N/R	NO
45	Los Nogales	TIPO B	3	8	11	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
46	16 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R
47	14 Oriente	TIPO B	3	5	8	-50%	NO	NO	SI	NO	N/R	N/R	NO	SI	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
48	12 Oriente	TIPO A	10	0	10	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	SI	N/R	SI
49	10 Norte	TIPO A	6	5	11	+50%	SI	SI	SI	SI	N/R	NO	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
50	8 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	N/R	N/R
51	6 Oriente	TIPO B	9	1	10	+50%	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
52	4 Oriente	TIPO C	6	4	10	+50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R

# Anexo. Tabla de diagnóstico de cruces escenario pesimista

ESCENARIO PESIMISTA			DIAGNÓSTICO				Señalamiento horizontal				Señalamiento vertical				Semáforos			Barr.			
Número	Calle	Tipo de cruce a nivel	Señalamientos existentes	Señalamientos ausentes	Total de señalamientos	Existencia de señalamientos	Obligatorias		Opcionales		Obligatorias		Opcionales		T. A	T. B	T. A				
							Marca M-6 "Alto"	Marcas perpendiculares	M-8 "FXC"	Raya separadora	Zona de vibradores	Reductor de velocidad	SP-35 "Cruce con vía férrea"	SIR "Cruce de ferrocarril"	SR-6 "Alto"	SP-41 "Reductor de velocidad"	Tablero No. de vías	Control de velocidad	SEM-4.6A	SEM-4.6	Barreras
1	11 Norte	TIPO A	12	0	12	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
2	22 Poniente	TIPO A	11	2	13	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO	
3	24 Poniente	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
4	9 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
5	26 Poniente	TIPO A	10	3	13	+50%	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO	
6	28 Poniente	TIPO A	7	5	12	+50%	SI	NO	SI	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO
7	30 Poniente	TIPO B	4	6	10	-50%	SI	NO	NO	NO	SI	N/R	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
8	32 Poniente	TIPO A	10	2	12	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
9	34 Poniente	TIPO A	5	6	11	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
10	36 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
11	38 Poniente	TIPO A	7	6	13	+50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO	
12	40 Poniente	TIPO A	6	6	12	50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
13	Diag. Def. de la Rep	TIPO A	13	0	13	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	
14	44 Poniente	TIPO A	5	4	9	+50%	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
15	46 Poniente	TIPO A	9	3	12	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
16	11 Norte	TIPO A	7	5	12	+50%	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
17	50 Poniente	TIPO A	2	10	12	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
18	15 Norte	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	NO	NO	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO
19	Boulevard Norte	TIPO A	14	0	14	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	
20	Prol. 27 Norte	TIPO A	4	8	12	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	NO	SI	NO	NO	N/R	N/R	SI	SI	NO
21	Carmen Serdán	TIPO A	5	6	11	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	N/R	SI	N/R	N/R	SI	NO
22	Fco. Javier Mina Ote	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	N/R	N/R	N/R	SI	NO
23	J. María Morelos	TIPO A	11	3	14	+50%	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	
24	A. Serdán Sur	TIPO A	12	2	14	+50%	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	
25	15 de Mayo	TIPO A	13	0	13	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI
26	28 Poniente	TIPO A	6	4	10	+50%	SI	NO	NO	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	N/R	N/R	SI	N/R	SI	SI
27	Bld. Hnos. Serdán	TIPO A	12	0	12	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	SI	N/R	SI
28	57 Norte	TIPO A	10	1	11	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	N/R	SI	NO
29	3 Norte	TIPO A	10	2	12	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
30	Esteban de Antuñan	TIPO A	12	0	12	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	SI
31	Hombres ilustres	TIPO A	12	1	13	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	SI	NO
32	Independencia	TIPO A	8	4	12	+50%	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	SI	NO	
33	Fundadores	TIPO B	3	8	11	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
34	Moctezuma	TIPO A	4	8	12	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
35	México - Puebla	TIPO A	11	1	12	+50%	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	SI	N/R	SI	
36	20 de Noviembre	TIPO A	9	2	11	+50%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO	
37	Av. Forjadores	TIPO A	10	2	12	+50%	SI	SI	NO	SI	N/R	NO	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	SI
38	Melchor Ocampo	TIPO A	5	7	12	-50%	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
39	Metlapanapa	TIPO B	3	5	8	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	N/R	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	NO	N/R
40	5 de Mayo Sur	TIPO A	2	7	9	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	N/R	NO	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
41	Cedro	TIPO C	0	7	7	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	N/R	NO	NO	NO	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	
42	Cmno. de la Hacienda	TIPO A	4	7	11	-50%	NO	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
43	Álvaro Obregón	TIPO A	4	8	12	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	NO	NO	SI	N/R	SI	NO	N/R	NO
44	24 Oriente	TIPO A	2	8	10	-50%	NO	NO	NO	NO	N/R	SI	SI	NO	NO	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
45	Los Nogales	TIPO B	3	9	12	-50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
46	16 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	
47	14 Oriente	TIPO A	3	6	9	-50%	NO	NO	SI	NO	N/R	N/R	NO	SI	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO	
48	12 Oriente	TIPO A	10	0	10	100%	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	N/R	N/R	SI	N/R	SI	
49	10 Norte	TIPO A	6	5	11	+50%	SI	SI	SI	SI	N/R	NO	SI	NO	NO	SI	N/R	N/R	NO	N/R	NO
50	8 Oriente	TIPO C	10	0	10	100%	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	N/R	N/R	N/R
51	6 Oriente	TIPO B	9	1	10	+50%	SI	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	NO	N/R	
52	4 Oriente	TIPO C	6	4	10	+50%	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/R	N/R	N/R	N/R	

## Anexo. Índice de ilustraciones

Figura 1. Principales cuatro líneas ferroviarias en México por concesionario. ....	4
Figura 2. Carros para transporte de pasajeros. ....	7
Figura 3. Carros para transporte de pasajeros. ....	8
Figura 4. Carros para pasajeros. ....	9
Figura 5. Campaña de seguridad ferroviaria. ....	12
Figura 6. Paso superior de ferrocarril. ....	14
Figura 7. Paso inferior de ferrocarril. ....	14
Figura 8. Cruce a nivel ferroviario. ....	15
Figura 9. Distancia de visibilidad libre. ....	18
Figura 10. Ángulo de esviaje. ....	18
Figura 11. Características de la superficie de rodadura de los cruces a nivel ferroviarios. ....	20
Figura 12. Marcas para cruce de ferrocarril (M-8). ....	28
Figura 13. Distribución de los botones (DH-3) en la zona de vibradores. ....	29
Figura 14. Ubicación de los vibradores y reductor de velocidad para cruces de ferrocarril a nivel. ....	29
Figura 15. SP-35 Cruce con vía férrea. ....	30
<i>Figura 16. SP-35A Cruce con vía férrea y caminos. ....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 17. SP-35B Cruce con vía férrea e intersección en T principal. ....</i>	<i>31</i>
Figura 18. SP-35C Cruce con vía férrea e intersección en T secundaria. ....	31
Figura 19. SP-41 Reductor de velocidad. ....	31
Figura 20. SIR Cruce de ferrocarril. ....	32
Figura 21. SIR Cruce de ferrocarril. ....	33
Figura 22. Sistemas de control de velocidad para cruces a nivel con vías férreas con velocidades de operación de 110 km/h y 60 km/h. ....	34
<i>Figura 23. Semáforo SEM-4.6. ....</i>	<i>35</i>
Figura 24. Semáforo SEM-4.6A. ....	35
Figura 25. Especificaciones generales para un semáforo tipo SEM-4.6A con señales luminosas adicionales en soporte tipo ménsula. ....	36
Figura 26. Detalle de la barrera del semáforo SEM-4.6A. ....	37
Figura 27. Choque del Tren Turístico Puebla - Cholula contra un particular. ....	39
Figura 28. Cruces a nivel identificados en el recorrido del Tren Turístico Puebla - Cholula. ....	42

## **Anexo. Índice de tablas**

Tabla 1. Calificación de visibilidad.....	21
Tabla 2. Calificación de la corona.....	21
Tabla 3. Calificación del número de vías y diferencia de peralte.....	22
Tabla 4. Calificación de la vialidad.....	22
Tabla 5. Calificación del tránsito vehicular y ferroviario.....	23
Tabla 6. Calificación del cruce a nivel.....	23
Tabla 7. Penalización por accidentes.....	24
Tabla 8. Penalización por tipo de vehículo.....	25
Tabla 9. Calificación del cruce a nivel ferroviario.....	25
Tabla 10. Cruces a nivel identificados.....	42
Tabla 11. Evaluación de cruces a nivel escenario optimista.....	43
Tabla 12. Evaluación de cruces a nivel escenario pesimista.....	45
Tabla 13. Resultados de la clasificación de cruces a nivel.....	47
Tabla 14. Requisitos de señalamiento por tipo de cruce.....	47
Tabla 15. Diagnóstico de cruces a nivel escenario optimista.....	48
Tabla 16. Diagnóstico de cruces a nivel escenario pesimista.....	50
Tabla 17. Resultados del diagnóstico de cruces a nivel.....	52

## Anexo fotográfico



*Fotografía 1. Cruce a nivel Tipo A correctamente señalizado.*



*Fotografía 2. Desgaste en el señalamiento horizontal.*



*Fotografía 3. Cruce a nivel con desgaste en señalamiento y ausencia del mismo.*



*Fotografía 4. Desgaste en el señalamiento.*



*Fotografía 5. Cruce a nivel correctamente señalado.*



*Fotografía 6. Presencia de señalamiento horizontal y zona de vibradores.*



*Fotografía 7. Cruce a nivel con desgaste en el señalamiento.*



*Fotografía 8. Señalamiento horizontal en cruce a nivel ferroviario.*



Fotografía 9. Ausencia de marcas en el arroyo vehicular.



Fotografía 10. Señalamiento vertical en cruce a nivel ferroviario.