Proyecto Tren Suspendido

Medellín, Colombia

Datos Recopilados por :

- Lic. Alejandro Yepes
- Ing. Luis Medina
- e Ing. Roberto Santiago Bravo

Vista Esquemática de un Tren Suspendido

- Vista de una Estación Actual en la Calle Soonborner (Renania, Alemania)

Antecedentes y Características

- Primeros Trenes
- Estaciones
- Cabina
- Vagones del Convoy
- Metodología de Soporte
- Operación

Antecedentes:

- Para saber de dónde viene el monorriel hay que irse hasta el año 1820.
- Entonces, el ruso **Ivan Elmanov** ideó el primer prototipo de tren sobre un único riel.
- Aunque, en este caso, el tren estaba tirado por caballos.
- El prototipo no tuvo continuidad y, como con el tren convencional, los primeros desarrollos de este tipo de trenes se realizaron en Reino Unido.
- Así, la primera patente para un tren diseñado para circular por un único riel es del británico **Henry Robinson Palmer**, en 1821.
- En su patente, de todas formas, los rieles eran de madera y el tren estaba tirado por caballos.
- En 1824 y 1825 se construyeron las primeras líneas de monorriel según esta patente, en Londres y Hertfordshire, respectivamente.
- A lo largo de los años siguientes el concepto se fue mejorando. Se añadieron rieles de seguridad bajo el riel por el que circula el tren, para evitar descarrilamientos.
- Se construyeron líneas con pilares (Columnas) de diferentes alturas que permitían hacer líneas que salvaran cualquier obstáculo natural, etc.

Antecedentes (continuación):

- La línea de monorriel más antigua en uso, con trenes suspendidos, es el **Wuppertaler Schwebebahn** o «tren suspendido de Wuppertal».
- El tren circula por la ciudad alemana de Wuppertal, en el estado federado de Renania del Norte-Westfalia y comenzó a funcionar en 1901.
- Lo bueno es que todavía sigue funcionando, con 25 millones de pasajeros anuales.
- Eso sí, por supuesto, la infraestructuras y los trenes se han modernizado enormemente.

- De hecho, en la década de 1950 surge el **Diseño Alweg**, de una empresa alemana, para un monorriel sobre viga.
- Un primer prototipo basado en este diseño se crea en 1957 en un barrio de la Ciudad de Colonia (Alemania) con éxito.
- Más adelante, en la década de 1960 surge el **Diseño Safege** para monorrieles suspendidos, con un primer prototipo a las afueras de Orleans (Francia).

News 19. Dezember 2023

75 years of Wuppertaler Stadtwerke

Wuppertaler Stadtwerke is celebrating its 75th anniversary this year. There is a new suspension railway model to mark the occasion!

Tipos de monorraíl en uso en Japón

- El monorraíl se puede usar en parques de atracciones, como atracción turística o incluso para transportar carga. Sin embargo, en Japón se promulgó una ley en 1972 para promover el uso del monorraíl como medio de transporte urbano.
- El artículo 2 de aquella ley definía el **concepto de «monorraíl urbano»**, que sigue en vigor en la actualidad.
- Así, un monorraíl urbano es un sistema de transporte de pasajeros o carga con trenes que circulan suspendidos o sobre un raíl.
- La definición añadía que la vía generalmente discurre sobre una carretera y, sobre todo, que en la mayoría de su recorrido se encuentra dentro de una zona urbana.

- Los sistemas grandes y medios están pensados para responder a una fuerte demanda de pasajeros en grandes zonas metropolitanas.
- Son muy efectivos para aliviar la congestión de otros medios de transporte durante las horas punta.
- Ejemplos de estos sistemas los tienes en Tokio, Osaka y Kitakyushu.

Monorriel de Japón

Vistas de diferentes trenes actualmente en Operación en Japón

Schwebebahn de Wuppertal

El Schwebebahn de Wuppertal es el único ferrocarril urbano colgante del continente europeo. Se encuentra en el estado alemán de Renania del Norte-Westfalia y no circula pegado a la vía, sino colgado de los raíles, por encima del río y de las casas. El ferrocarril tiene varios motores eléctricos, que alcanzan hasta los 750 voltios. El viaje dura unos 30 min, durante un trayecto de 13 km, con una velocidad promedio de 27 km/h, aunque puede llegar a unos 60 km/h como máximo [1] [2].

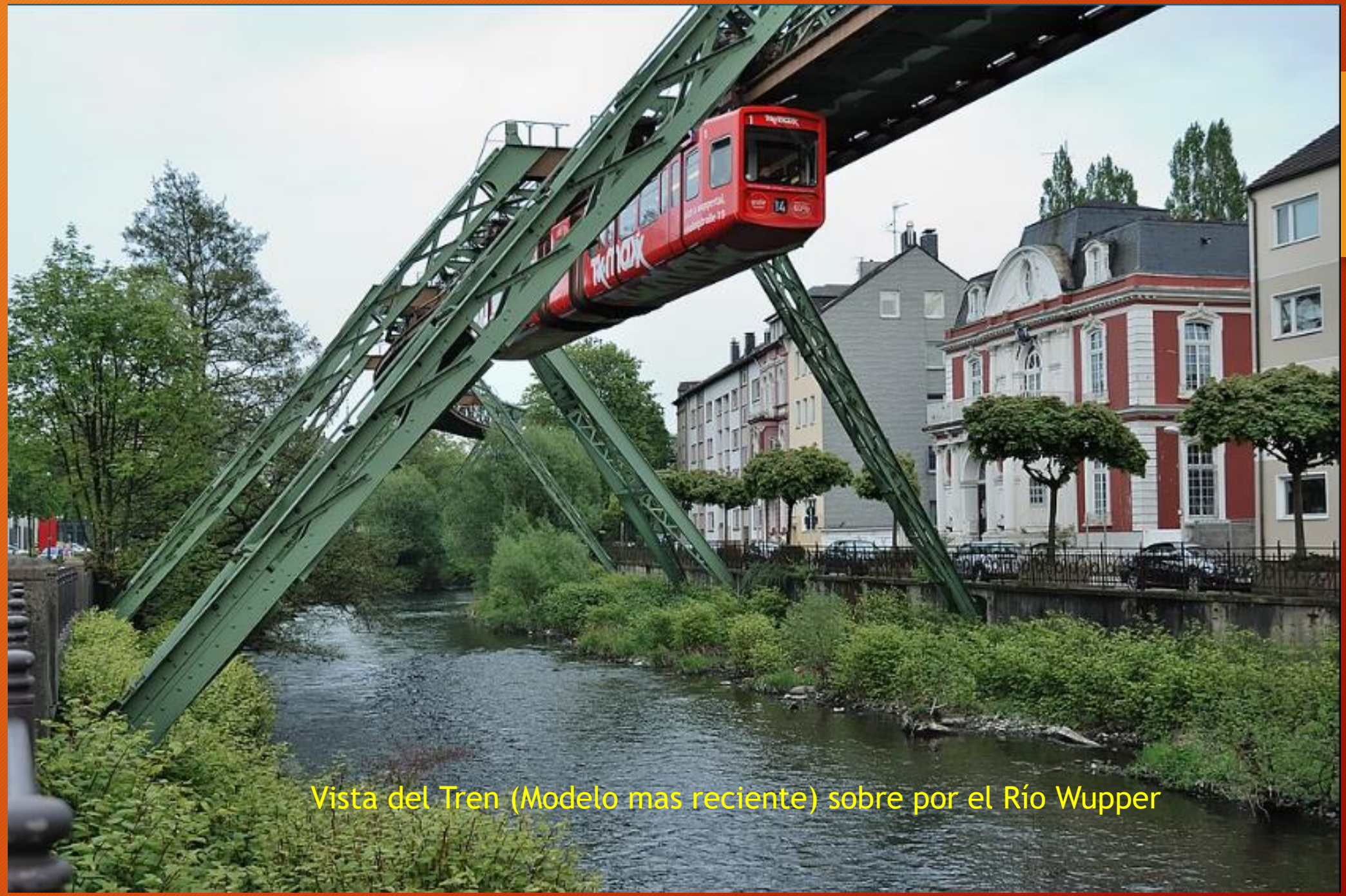
Tecnología utilizada en el Proyecto del Tren Wuppertaler de Alemania

- Se trata de un tren monorriel suspendido de un armazón de acero.
- Los coches (vagones) cuelgan sobre ruedas que son impulsadas por motores eléctricos que operan a 600 voltios , alimentados por un riel adicional.
- El armazón de la estructura y las vías están hechas de 486 pilares (columnas) y secciones de puentes.
- Los terminales en cada extremo de la línea también sirven para estacionamiento de trenes y como inversores.
- El parque actual se compone de 27 trenes de dos coches construidos en la década de 1970.
- Los coches tienen 24 metros de largo y 4 puertas.
- Un coche posee 48 asientos y tiene cabida para aproximadamente 130 pasajeros de pie.
- La velocidad máxima es de 60 km/h y la velocidad media es de 27 km/h.

Vista del Tren saliendo de una Estación

Sistema Motriz del modelo original, ya todos estos sistemas de han remodelado para que el tren siga operando sin problema

Vista del Tren cruzando por el Río Wupper



Vista del Tren (Modelo mas reciente) sobre por el Río Wupper

Vista del Tren en un cruce urbano

Schwebebahn in Sonnborn in Wuppertal, Sonnborner

La estación de Werther Brücke en 1913

Sismicidad

La sismicidad en Colombia está relacionada generalmente con la actividad en la zona de subducción del pacífico colombiano y en las fallas geológicas activas del país. Se estima que al menos el **83%** del territorio colombiano está ubicado en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta [1]. El Servicio Geológico Colombiano es la entidad responsable del ámbito nacional que tiene dentro de sus funciones la evaluación y monitoreo de la actividad sísmica [2].

2. Escenario de riesgo sísmico en Colombia

Colombia se localiza dentro de una de las zonas sísmicas más activas de la Tierra, pues en la región convergen las placas tectónicas de Nazca y del Caribe contra la placa Suramericana. La interacción continua entre las placas Nazca y Suramericana que se mueven y chocan entre sí, ha producido la formación de montañas, cordilleras y fallas geológicas.

En la costa pacífica se presenta un proceso de subducción en el cual la placa Nazca se introduce debajo de la placa Suramericana, el material rocoso entra de nuevo en el manto, que se encuentra a altas temperaturas, y allí se funde para luego volver a salir a través de los volcanes tales como los de la Cordillera Central del territorio colombiano.

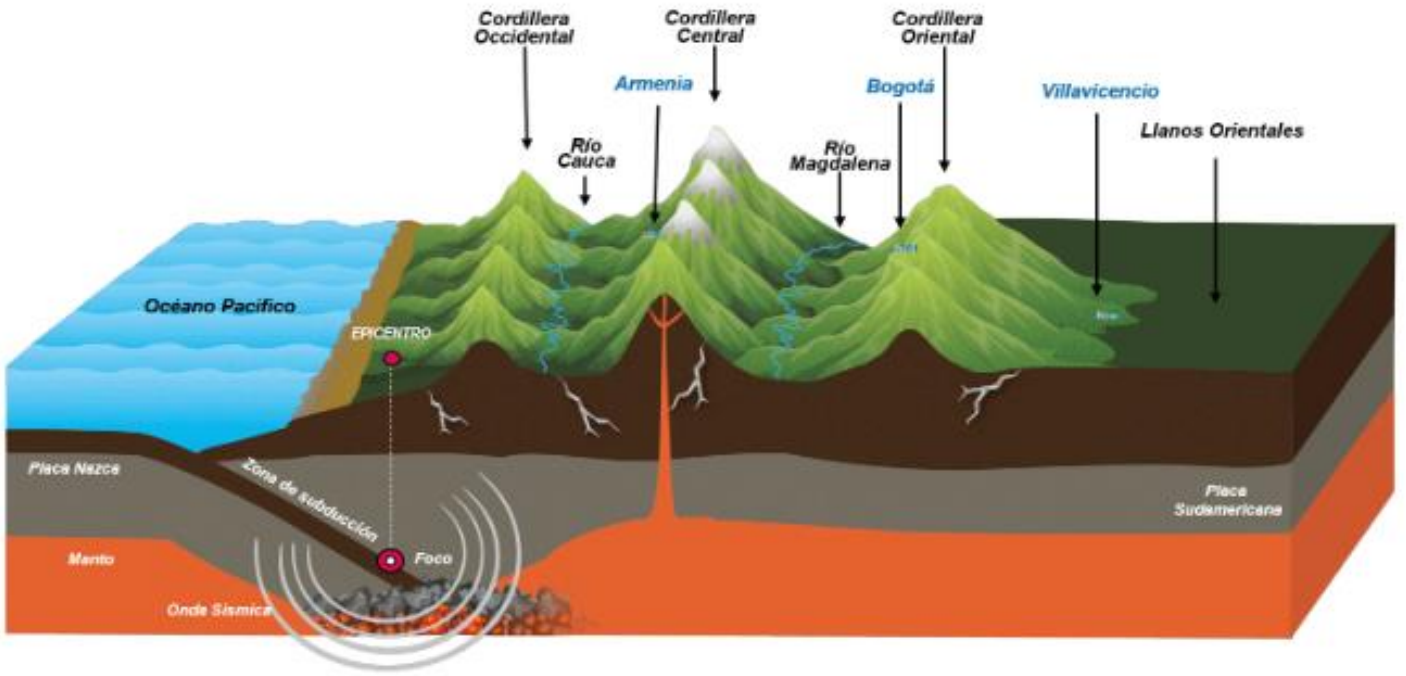


Diagrama de proceso de subducción plaza Nazca y placa Sudamericana

Sismicidad

Diagrama de proceso de subducción plaza Nazca y placa Sudamericana

En general, la sismicidad en Colombia está relacionada con la actividad en la zona de subducción del pacífico colombiano y en las fallas geológicas activas del país. Una de las zonas con mayor concentración de eventos sísmicos en Colombia es el "Nido sísmico de Bucaramanga", con epicentros ubicados en la zona de la Mesa de Los Santos en el departamento de Santander.

Para evaluar la amenaza sísmica, entendida como la probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos y los movimientos del terreno que estos pueden generar para un sitio particular en un periodo de tiempo determinado, es necesario conocer dónde se pueden generar los sismos teniendo en cuenta las fallas geológicas activas identificadas y la información sísmica registrada a nivel histórico e instrumental en el país.

Mapa de Intensidades Sísmicas en Colombia

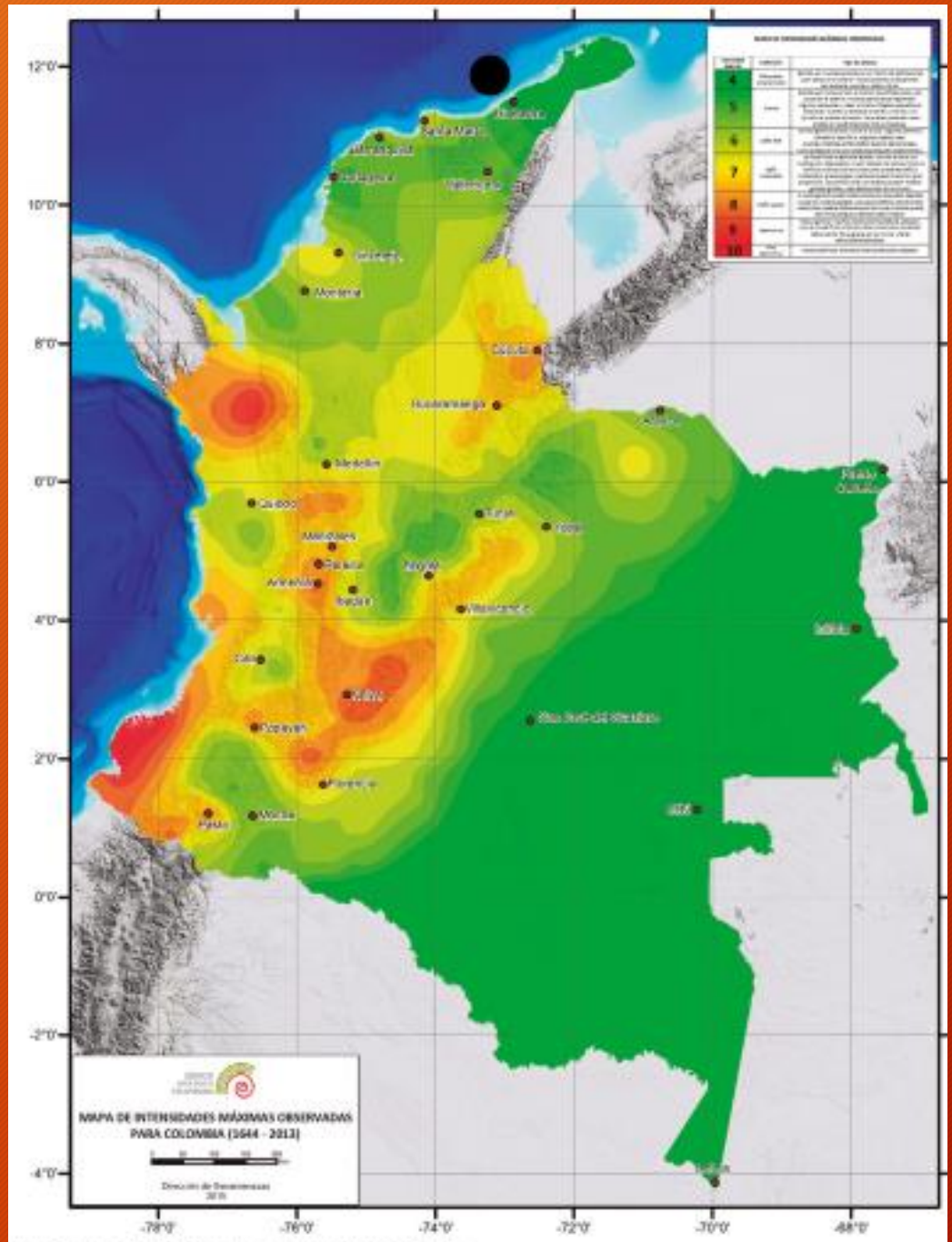
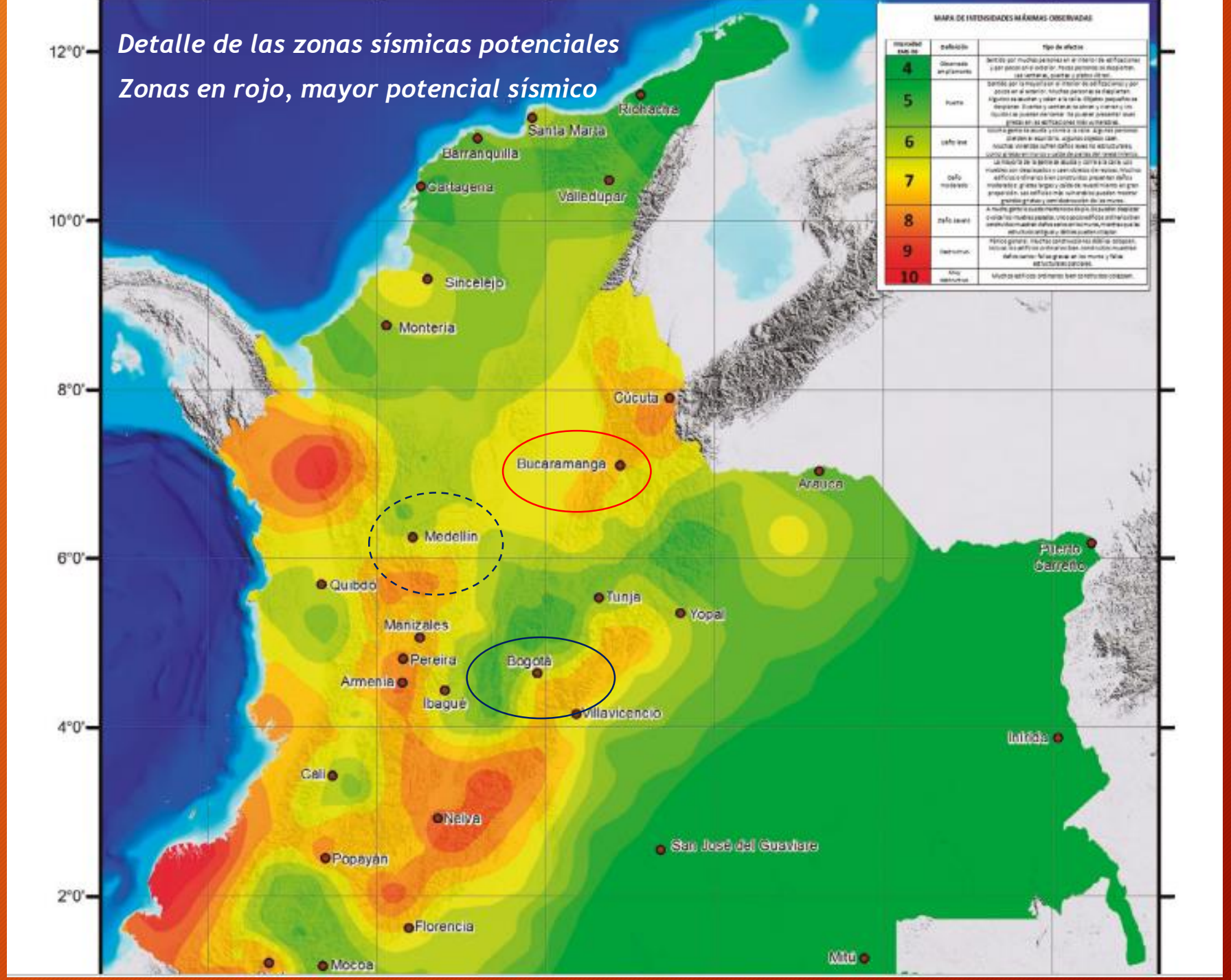


Figura 1. Mapa de intensidades máximas observadas en Colombia

Fuente: SGC (2015)


Detalle de las zonas sísmicas potenciales
Zonas en rojo, mayor potencial sísmico
MAPA DE INTENSIDADES MÁXIMAS OBSERVADAS
4
5
6
7
8
9
10
12°0'
10°0'
8°0'
6°0'
4°0'
2°0'
Riohacha
Santa Marta
Barranquilla
Cartagena
Valledupar
Sincelejo
Monteria
Cúcuta
Bucaramanga
Arauca
Medellin
Puerto Carreño
Quibdo
Tunja
Yopal
Manizales
Pereira
Bogotá
Armenia
Ibagué
Villavicencio
Inírida
Cali
Neiva
San José del Guaviare
Popayán
Florencia
Mocoa
Mitú

Puntos a Seguir :

0) Revisión de Trayectorias Topográficas
1) Diseño de la Cimentación, en función del peso del tren y de la estructura de la torre
2) Datos de Diseño del Tren, Dimensiones, Pesos Equivalentes.
3) Diseño de la Estructura de Soporte
4) Diseño de la Fuente Eléctrica (Capacidad, Ubicación, Número de Plantas a instalar)
5) Diseño Electro-Mecánico del Sistema Motriz, Conexiones a los Vagones, etc.
6) Sistemas Digitales de Control Operativo, Controladores Automáticos, Monitoreo Remoto a una Central de Trenes,etc.
7) Equipo Auxiliar de Montaje (Grúas, Cargadores, Perforadoras de Piso, etc)
8) Permisos para la Construcción en Medios Urbano, Suburbano y Campestre)
9) Ubicación de Compañias Constructoras y/o Grupos de Operadores y Trabajadores locales para la Obra Civil
   - ❖ (Cimentación, Montaje de Estructuras, Pruebas Operativas,etc).
10) Revisión y Dimensionamiento de Campo.
11) Estudio de Impacto Ambiental
12) Estudio de Impacto Vial
13) Costeo Global
14) Generación una línea de Programación Tipo Time – Line (Tiempo vs Actividades), para el seguimiento puntual.
15) Revisión de Campo y en Planta, de los Procesos de Cimentación y Fabricación de la Estructura y del Tren.
16) Definición de un Responsable o Responsables de cada Fase y/o Actividad del Proyecto.
17) Establecer un Plan de Seguimiento vía Audioconferencias o Chat para intercambio de Información y revisión de Avances.
18) Análisis de Riesgo Sísmico para Medellin, Colombia.
19) Determinación del Plan de Mitigación para el proyecto por Riesgo Sísmico (en base al Proyecto Diseño de la Obra Civil).
   - ❖ Determinación del Coeficiente Sísmico de Diseño.
20) Análisis por Viento de la Funcionalidad del Tren.
21) Implementación de los Conceptos de Seguridad Integral en la Obra (Seguridad Física con guardias durante el proceso Constructivo, Seguridad Estructural de la Edificación, Seguridad Eléctrica y sus Redundancias, Seguridad e Higiene en el proceso Constructivo.
22) Plan de Atención de Emergencias (Plan de Crisis)