



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE
PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA**

Cristian Bernardo Cifuentes Monterroso
Asesorado por el Ing. José Julio Pantoja Prera

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE
PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CRISTIAN BERNARDO CIFUENTES MONTERROSO
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ JULIO PANTOJA PRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Luis Estuardo Saravia Ramírez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de julio de 2018.

Cristian Bernardo Cifuentes Monterroso

Guatemala, 16 de abril de 2021

Ingeniero

Mario Arriola

Coordinador del Área de Topografía, Transporte y Carreteras

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Presente

Estimado Ingeniero Arriola:

Por este medio, me permito informar que, en calidad de asesor nombrado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, he procedido a la revisión final del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante universitario Cristian Bernardo Cifuentes Monterroso, Carné No. 2010 20129, determinando que el mismo cumple con los requisitos establecidos, por lo que, de la manera más atenta solicito se autorice continuar con los trámites pertinentes para la aprobación final.

Atentamente,


José Julio Pantoja Prera

Asesor

No. de Colegiado: 9068

JOSE JULIO PANTOJA PRERA
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO 9068



ESCUELA DE
INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala, 31 de mayo de 2021

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Fuentes:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **“PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA”** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Cristian Bernardo Cifuentes Monterroso, con CUI 2432 77377 0116 y registro académico No. 201020129, quien contó con la asesoría del Ing. José Julio Pantoja Prera.

Considero que este trabajo está bien desarrollado y representa un aporte para la Facultad de Ingeniería y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Avila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

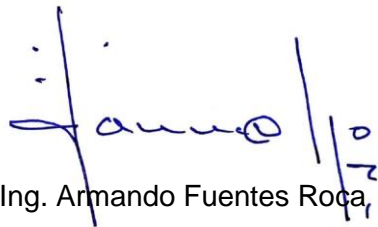


FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN

Más de 140 años de Trabajo y Mejora Continua
<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor **Ing. Jose Julio Pantoja Prera** y del Coordinador del Departamento de Topografía y transportes **Ing. Mario Estuardo Arriola Avila**, sobre el trabajo de graduación del estudiante **Cristian Bernardo Cifuentes Monterroso**, Quien se identifica con el número de carne 2010 20129 titulado “**Propuesta de Diseño Geométrico De Distribuidor Vial En Intersección De Primera Calle y Sexta Avenida Zona 10, Ciudad de Guatemala**”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Armando Fuentes Roca,



Guatemala, Septiembre 2021

/mrrm.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

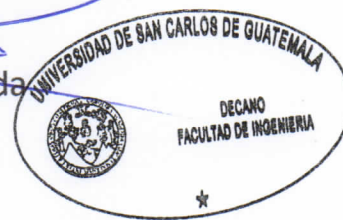
Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 – 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG.528.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Cristian Bernardo Cifuentes Monterroso**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Ya que con Él todo es posible. Agradezco por darme las fuerzas para tomar las decisiones correctas que me han guiado hasta alcanzar esta meta en la vida.
- Mis padres** Guilibaldo Cifuentes y Madolina Monterroso. Por todos los años que me han brindado su amor, dedicación y apoyo incondicional.
- Mis hermanas** Andrea y Lucia Cifuentes, por todo aquello que compartimos y que nos falta por compartir.
- Mi novia** Wenly García por alentarme a seguir adelante en el transcurso de mi preparación académica.
- Rodio Swissboring
Guatemala** Por abrirme sus puertas siempre apoyándome y motivándome para lograr mis metas.
- Mis amigos** Edwin Quevedo y Jorge Letona por estar para apoyarnos siempre y empujarnos a salir adelante. Y a todos los amigos que he podido conocer gracias a Rodio Swissboring que siempre han estado para mí.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por todas y cada una de las bendiciones derramadas en mi vida y mi familia.
Mi familia	Por ser un pilar fundamental en mi vida, por apoyarnos mutuamente a lo largo de toda la vida y por el amor que nunca ha faltado.
Mi novia	Por motivarme y animarme a seguir en la búsqueda de mis metas profesionales y personales.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, y permitirme desarrollarme profesionalmente.
Ing. José Julio Pantoja Prera	Por compartir sus conocimientos con mi persona y apoyarme incondicionalmente en mi carrera profesional.
Rodio Swissboring Guatemala	A todo el equipo de Rodio Swissboring que siempre me han hecho sentir en casa.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SIMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Datos históricos	3
1.3. Ubicación geográfica	4
1.4. Localización.....	5
1.5. Comunicaciones	7
1.6. Topografía	13
1.7. Aspectos climáticos	15
1.8. Vías de acceso	28
2. PARÁMETROS PRINCIPALES SOBRE LA INGENIERÍA DEL TRÁNSITO	31
2.1. Conceptos sobre ingeniería de tránsito que intervienen.....	31
2.1.1. El automóvil	31
2.1.2. El peatón	32
2.1.3. El conductor.....	33
2.1.4. Volumen de tránsito.....	35

2.1.5.	Velocidad.....	35
2.1.6.	Corredor urbano	36
2.1.7.	La vía.....	38
3.	EVALUACION DE CORREDOR URBANO, CRITERIOS DE EVALUACION.....	41
3.1.	Volumen de tránsito total.....	41
3.2.	Personas transportadas por tipo de unidad.....	41
3.3.	Continuidad del corredor	42
3.4.	Las intersecciones.....	42
3.5.	La señalización	43
3.6.	Facilidades de estacionamiento sobre el corredor	44
3.7.	Facilidades para el peatón	44
3.8.	Función	44
3.9.	Parada de buses	46
4.	ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA DE LA ZONA 10	51
4.1.	Tránsito promedio diario (T.P.D)	51
4.2.	Clasificación del tránsito.....	54
4.3.	Tipos de estaciones de conteo.....	56
4.3.1.	Estaciones semipermanentes	58
4.3.2.	Estaciones sumarias	58
4.4.	Recopilación de datos	59
4.5.	Levantamiento topográfico	60
4.6.	Diseño geométrico	60
4.6.1.	Diseño de localización.....	61
4.6.2.	Diseño de curvas horizontales	62

4.6.2.1.	Grado de curvatura.....	65
4.6.2.2.	Longitud de curva	67
4.6.2.3.	Subtangente	69
4.6.2.4.	Cuerda máxima	69
4.6.2.5.	External	69
4.6.2.6.	Ordenada media.....	70
4.6.3.	Diseño de curvas verticales.....	70
4.6.3.1.	La longitud mínima de curvas verticales.....	71
4.6.3.2.	Ordenada máxima	77
4.6.4.	Peralte	77
4.6.5.	Sobreancho	77
4.7.	Sistema de drenajes.....	78
5.	PROPUESTA DE DISTRIBUIDOR VIAL EN PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA DE LA ZONA 10.....	79
5.1.	Estudio de tránsito promedio diario (T.P.D) en intersección de la Primera calle y Sexta avenida de la zona 10, Ciudad de Guatemala.....	79
5.2.	Análisis de datos	83
5.3.	Propuesta de diseño geométrico de distribuidor vial en Primera calle y Sexta avenida de la zona 10. Ciudad de Guatemala.....	84
5.3.1.	Alineamiento horizontal	89
5.3.2.	Alineamiento vertical.....	89
5.3.3.	Alineamiento peralte.....	90
5.4.	Prefactibilidad de conexión de drenajes	91
5.5.	Predimensionamiento de puente.....	96
5.5.1.	Predimensionamiento de losa.....	96

5.5.2.	Predimensionamiento de vigas	98
5.6.	Presupuesto preliminar del proyecto propuesto	100
5.7.	Cronograma de ejecución del distribuidor vial.....	102
5.8.	Evaluación ambiental inicial (EAI)	104
CONCLUSIONES.....		115
RECOMENDACIONES		137
BIBLIOGRAFÍA.....		139
APÉNDICE		149

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Departamento de Guatemala, Guatemala.....	4
2.	Centro Cívico de Guatemala	5
3.	Panorámica de la Plazuela España y anexos en la capital del país.....	6
4.	Zona 9 de la ciudad capitalina.....	6
5.	Transmetro.....	7
6.	Prototipo de autobuses utilizados por Transurbano	9
7.	La motocicleta	12
8.	Historia de la Motocicleta	13
9.	Configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala	14
10.	Configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala - vista tridimensional-.....	15
11.	Resumen del clima.....	16
12.	Temperatura máxima y mínima promedio	17
13.	Temperatura promedio por hora	18
14.	Categorías de nubosidad	19
15.	Probabilidad diaria de precipitación.....	20
16.	Precipitación de lluvia mensual promedio	22
17.	Horas de luz natural y crepúsculo	23
18.	Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo	24
19.	Niveles de comodidad de la humedad	25
20.	Velocidad promedio del viento	26
21.	Dirección del viento.....	27
22.	Vías de acceso a la ciudad de Guatemala	30

23.	La señalización	43
24.	Parada de bus	48
25.	Parada de bus	49
26.	Estación	59
27.	Alineamiento	61
28.	Plano de ubicación y localización No. 1	62
29.	Curvas 1	64
30.	Curvas 2	65
31.	Curvas 3	65
32.	Cuerdas unidas.....	66
33.	Fórmula 1.....	68
34.	Fórmula 2.....	68
35.	Curvas verticales	71
36.	Curvas verticales convexas	72
37.	Curvas verticales cóncavas	72
38.	Componentes de curva vertical.....	74
39.	Medición vehicular, preliminar	79
40.	Sentidos direccionales medidos	80
41.	Sentidos direccionales medidos	81
42.	Volúmenes totales	82
43.	Plano de topografía.....	84
44.	Diseño geométrico horizontal	85
45.	Diseño Geométrico Vertical	86
46.	Planta de conjunto	87
47.	Secciones transversales	88
48.	Paso a desnivel Guardia de Honor – Planta de drenaje pluvial	92
49.	Paso a desnivel Guardia de Honor – Perfil de drenaje pluvial	93
50.	Prefactibilidad de conexión de drenajes	95
51.	Distribución de pilotes de cimentación y vigas.....	96

52.	Predimensionamiento obtenido	100
53.	Cronograma inicial – 1era Calle y 6ta Avenida Zona 10	103

TABLAS

I.	Vías de acceso.....	28
II.	Los valores de K se enumeran en la tabla siguiente	75
III.	Longitud mínima de la tangente vertical.....	76
IV.	Resultados de la medición	81
V.	Alineamiento horizontal	89
VI.	Alineamiento vertical	90
VII.	Peraltes	90
VIII.	Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzadas	97
IX.	Peraltes mínimos según el ACI	98
X.	Presupuesto del proyecto.....	101
XI.	Evaluación de impacto ambiental.....	104

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
AC	Antes del Cruce
CU	Centro en Cuestión
CR	Coordenadas Reales
Eco	Ecológico
°C	Grados Centígrados
LC	Luego del Cruce
MC	Mitad de Cuadra
OM	Ordenada Máxima
%	Porciento
PC	Principio de Curva
PCV	Principio de Curva Vertical
PT	Principio de Tangente
PTV	Principio de Tangente Vertical
'	Pulgadas
PIV	Punto de Intersección de dos tangentes consecutivas
TA	Tránsito Anual
TD	Tránsito Diario
TH	Tránsito Horario
TM	Tránsito Mensual
TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual
TPD	Tránsito Promedio Diario
TPDM	Tránsito Promedio Diario Mensual
TPDS	Tránsito Promedio Diario Semanal

TPHD

Tránsito Promedio Hora Diaria

TS

Tránsito Semanal

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials- Asociación Americana de Oficiales de Carreteras y Transporte del Estado.
Accesibilidad	Facilidades que ayudan a salvar los obstáculos o barreras de accesibilidad del entorno, consiguiendo que estas personas realicen la misma acción que pudiera llevar a cabo una persona sin ningún tipo de discapacidad.
AEAU	Asociación de Empresarios de Autobuses Urbanos.
Altimetría	Es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de cada punto respecto de un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno.
Ambiente atmosférico	Es una de las fuentes primarias de elementos que sustentan la vida en la Tierra y es a la vez el gran depósito de desechos que resultan de la interacción del hombre con los recursos naturales.

Ascensión	Indica la acción de ascender o de subir a un lugar más alto. Por otra parte, la palabra ascensión también se emplea para señalar la elevación de algún objeto.
Azimut	Se refiere a un ángulo de la orientación sobre la superficie de una esfera real o virtual. El significado preciso de este término tiene algunas particularidades según la disciplina en la que se use.
Bidimensionales	Es un módulo geométrico de la proyección plana y física del universo donde vivimos. Tiene dos dimensiones, es decir que cuenta con ancho y largo, pero no con profundidad (que solo se utiliza en la tridimensionalidad).
Bndes	Banco de Desarrollo Económico y Social de Brasil.
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i> (Bus de tránsito rápido).
Cartográfico	Es la ciencia aplicada que se encarga de reunir, realizar y analizar medidas y datos de regiones de la Tierra, para representarlas gráficamente con diferentes dimensiones lineales a escala reducida.
CBR	<i>California Bearing Ratio</i> (Relación de rodamiento California).

Clotoide	También denominada radioide de arcos o espiral de Cornú en honor de Marie Alfred Cornu, es una curva tangente al eje de las abscisas en el origen y cuyo radio de curvatura disminuye de manera inversamente proporcional a la distancia recorrida sobre ella.
Coordenadas	Es un sistema de referencia que permite que cada ubicación en la Tierra sea especificada por un conjunto de números, letras o símbolos. Corredor Metropolitano.
Diligenciamiento	Establecer los medios necesarios para el logro de una solicitud.
EGA	Empresa Guatemalteca de Autobuses.
Escala métrica	Es un sistema de medición decimal que trabaja en múltiplos de 10.
Fotoeléctrico	Consiste en la emisión de electrones por un material al incidir sobre él una radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general).
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamiento Global).

Hipódromo	Es una arena apta para disputar carreras de caballos.
Hundimiento tectónico	Es el movimiento de las placas corticales y espacios de alojamiento creadas por fallamiento crear subsidencia a gran escala en una variedad de entornos, incluyendo márgenes pasivos, aulacógeno, cuencas de proa de arco, cuencas de antepaís, cuencas intercontinentales y cuencas pull-apart.
Infraestructura	Es la realización humana diseñada y dirigida por profesionales de Arquitectura, Ingeniería Civil, Urbanistas, entre otros, que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento, necesario en la organización estructural de las ciudades y empresas.
Interferencia	Es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor, menor o igual amplitud.
Loza mayólica	Son piezas cocidas a baja temperatura, entre 980° C y 1 050° C.3, el cual especifica dentro de su definición que es una loza decorada con reflejos metálicos, al ser este el tipo de pieza que era exportado a Italia en un inicio.

Metropolitana	Es una región urbana que engloba una ciudad central (la metrópoli) que da nombre al área y una serie de ciudades que pueden funcionar como ciudades dormitorio, industriales, comerciales y servicios. También se conoce como red urbana.
Mezclas asfálticas	Se emplean en la construcción de firmes, ya sea en capas de rodadura o en capas inferiores y su función es proporcionar una superficie de rodamiento cómoda, segura y económica a los usuarios de las vías de comunicación, facilitando la circulación de los vehículos.
Muestras representativas	Se obtienen con la intención de inferir propiedades de la totalidad de la población, para lo cual deben ser representativas de la misma (una muestra representativa se denomina técnicamente muestra aleatoria).
Napas freáticas	Es una acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo. Más precisamente es un acuífero relativamente superficial, pues los acuíferos pueden estar también a mayores profundidades.
Neoclásica	Es el Gusto por la sencillez, con predominio de lo arquitectónico sobre lo decorativo. Emplea elementos básicos de la arquitectura clásica:

columnas, ordenes dórico y jónico, frontones, bóvedas, cúpulas, entre otros. La irrupción del arte neoclásico en España proviene del exterior más que por una necesidad interna de renovación.

Pavimento

En arquitectura, es la base horizontal de una determinada construcción que sirve de apoyo a las personas, animales o cualquier pieza de mobiliario.

Peatonales

Son áreas de una ciudad o pueblo donde está fuertemente restringido o prohibido la circulación de vehículos motorizados.

Planeamiento

Proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos.

Pocomames

Es una etnia de origen maya de Guatemala y El Salvador. Su lengua indígena es también llamada poqomam y está estrechamente relacionado con el idioma poqomchi. Actualmente los poqomames se encuentran en Chinautla.

Propiedades adyacentes

Del latín adiācens, es un adjetivo que se utiliza para nombrar a lo que se ubica en las cercanías de alguna cosa.

Referenciación	Es un proceso de evaluación continua y sistemática mediante el cual se analizan y comparan las estrategias prácticas procesos y servicios entre diferentes instituciones que son reconocidas esto con el fin de aprender de ellas e intercambiar.
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria.
Señalización	Es un sistema de comunicación visual sintetizado en un conjunto de señales o símbolos que cumplen la función de guiar, orientar u organizar a un grupo de personas.
Serviciabilidad	Condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento. Inicialmente esta condición se cuantificó a través de la opinión de los conductores, cuyas respuestas se tabulaban en la escala de 5 a 1.
Subrasante	Es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la su rasante, se conoce como el módulo de Resiliencia.

Topografía	Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales; (véase planimetría y altimetría).
Transurbano	Es un sistema de transporte público de la Ciudad de Guatemala. Es operado por el Sistema Integrado Guatemalteco de Autobuses e impulsado por el Gobierno de la República de Guatemala.
Tridimensional	Es un sistema que está contenido en tres dimensiones, es decir, cada uno de sus puntos puede ser localizado especificando tres números dentro de un cierto rango. Por ejemplo, anchura, altura y profundidad.
Variaciones estacionales	Permite hallar el valor esperado o pronóstico cuándo existen fluctuaciones (movimientos ascendentes y descendientes de la variable) periódicas de la serie de tiempo, esto generalmente como resultante de la influencia de fenómenos de naturaleza económica.
Vereda	Es un camino estrecho formado por el tránsito de personas o de animales, normalmente es un camino de terracería.
VHMA	Volumen Horario Máximo Anual.

VHMD	Volumen Horario de Máxima Demanda.
VHP	Volumen Horario de Proyecto.
Viaductos	Es una obra de ingeniería que salva un valle en su totalidad, característica diferenciadora de los puentes. El término viaducto proviene del latín vía, camino y ductus, que significa conducción.
VTV	Vertical Tangente con Velocidad.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad definir el diseño geométrico vertical y horizontal de un distribuidor vial que permita eliminar el semáforo y la congestión vehicular que existe actualmente en la intersección de la 1era. Calle y 6ta. Avenida de la zona 10, ciudad de Guatemala.

El trabajo se divide en dos partes importantes; la primera corresponde a la fase de investigación, y abarca del capítulo uno al capítulo cuatro, esta contiene la monografía del municipio de Guatemala, parámetros principales sobre la ingeniería del tránsito, criterios de evaluación del corredor urbano y los aspectos a considerar para una propuesta de diseño geométrico.

La segunda parte corresponde a la fase del diseño geométrico del distribuidor vial en la intersección de la primera calle y sexta avenida de la zona 10, la cual está contenida en el capítulo cinco, tomándose en cuenta para este planteamiento la topografía actualizada de la intersección, el estudio de tránsito promedio diario, criterios de diseño para el alineamiento horizontal y vertical, prefactibilidad de conexión de drenajes, pre- dimensionamiento de súper estructura, presupuesto económico de construcción y planificación de tiempos de ejecución.

Aunado a esto se realizó la evaluación ambiental inicial para el proyecto en mención.

OBJETIVOS

General

Elaborar una propuesta de diseño geométrico de distribuidor vial en intersección de primera calle y sexta avenida, zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Específicos

1. Determinar el TPD (Transito Promedio Diario) y el sentido del mismo en la intersección de 1era. Calle y 6ta. Avenida de zona 10.
2. Realizar un diseño geométrico preliminar que contemple alineamiento horizontal y vertical en base a especificaciones de Dirección General de Caminos y especificaciones AASHTO.
3. Elaborar una planificación preliminar del proyecto que incluya cronograma de ejecución y presupuesto orientativo.

INTRODUCCIÓN

En el mundo existen urbanizaciones complejas y ampliamente funcionales para el tránsito vehicular, así como para el tránsito peatonal. Sin embargo, la evolución de las sociedades ha aumentado la cantidad de tráfico constante en las ciudades.

Es por esto por lo que, las zonas viales han presentado deficiencias en cuanto a capacidad y funcionabilidad. Los cambios han exigido la actualización y reestructuración de los sistemas viales. Es importante destacar que, Guatemala no es ajena a dichas manifestaciones de evolución y deficiencia en sus urbanizaciones. Puesto que la red vial de Guatemala ha sido modificada en múltiples ocasiones debido al congestionamiento en el tránsito.

Además, mediante estudios se ha constado la necesidad de actualizar algunas áreas urbanas y rurales. Entre los principales aspectos a corregir están la distribución estratégica de rutas con base al volumen de tránsito registrado. Esta deficiencia ha sido solucionada en el territorio nacional e internacional con la construcción de distribuidores viales.

Ya se ha validado la creación de estructuras destinadas a disminuir el tráfico en las zonas viales y garantizar la seguridad de los usuarios. Es preciso mencionar que, los proyectos de actualización son indispensables para la funcionabilidad vial en Guatemala.

La presente investigación estableció como objetivo principal, elaborar una propuesta de diseño geométrico de distribuidor vial en intersección de primera

calle y sexta avenida, zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala, Guatemala. Esto con la finalidad de mejorar la circulación vial en zona 10 y aportar a la distribución vial de las zonas aledañas. La estructuración de la propuesta fue realizada mediante el estudio teórico y práctico de los elementos esenciales de la eficiencia vial. También se basó en el análisis situacional del tráfico en la Ciudad de Guatemala, ocupando los parámetros principales sobre la ingeniería del tránsito vial.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

1.1. Generalidades

El municipio de Guatemala es a su vez, la cabecera departamental, municipal y la ciudad capital de la República, celebra su fiesta patronal el 15 de agosto, en conmemoración de la asunción de la Santísima Virgen María.

En algunos barrios con motivo de la fiesta local, se presentan algunos bailes folklóricos y se lleva a cabo la famosa Feria de Jocotenango. También se celebran fiestas como la de la Independencia, en octubre el mes de la Virgen del Rosario, la Revolución del 20 de octubre de 1944, el 1o. de Noviembre “Día de Los Muertos” y el 2 “El día de Los Santos”, Navidad, Año Nuevo y se lleva a cabo una celebración el 29 de diciembre, como día memorable cuando se obtuvo la firma de los Acuerdos de Paz en Guatemala, entre la guerrilla, el ejército y El Presidente Constitucional de la república.

También se celebra en forma especial la Semana Santa, esta se ha hecho famosa nacional e internacionalmente, por sus procesiones y diversos actos litúrgicos.

El idioma que se habla es el español.

- La economía

En lo que respecta a la ciudad de Guatemala, existe una gran producción artesanal que se puede encontrar dispersa en las diferentes zonas y aldeas que la conforman. Entre ellas se encuentra la loza mayólica de la alfarería La Reformita, las artesanías de papel como piñatas, objetos para fiestas infantiles, coronas de flores de papel, dulcería, hojalatería, cestería y cerería.

- Centros turísticos y arqueológicos

Asentada en un hermoso valle, la Nueva Guatemala de la Asunción, núcleo de la vida comercial y cultural, le invita también a respirar el ambiente de tiempos pasados, no sólo por el trazado de sus calles al estilo español, sino por su arquitectura neoclásica que aún luce rodeada de construcciones modernas.

La capital se ha convertido en una gran ciudad moderna pero que conserva los centenarios barrios de la Recolectión, La Merced, El Cerro del Carmen. Debido a su crecimiento, y en parte por contar con los complejos hoteleros más grandes de Centroamérica, se ha convertido en centro de convenciones internacionales, ofreciendo a la vez, parques nacionales, monumentos históricos, museos, iglesias, y modernas discotecas.

- Hidrografía

El municipio de Guatemala está bañado por 28 ríos, 1 riachuelo, 6 quebradas y 1 laguna. Algunos de los ríos son: Las Vacas, Villalobos, Yumar, Acatán, y El Naranjo; el riachuelo Melgar; entre las quebradas están: Agua Bonita, La Mina y La Cantera; y la Laguna El Naranjo.

- Orografía

“Cuenta con 11 cerros, entre los cuales figuran: El Crestón, Los Hernández, El Calvario, Santa Rosalía y el Chato”¹.

1.2. Datos históricos

La Ciudad de Guatemala fue fundada por primera vez en 1525 por Pedro de Alvarado, en Iximché, la capital del reino cakchiquel. Luego, en 1527 se decidió trasladar la ciudad al Valle de Almolonga. Por tercera vez se trasladó al Valle de Panchoy, pero los fuertes temblores del siglo XVIII causaron que fuera necesario un nuevo cambio.

Finalmente, en 1776 se trasladó a su última ubicación, en el Valle de la Virgen. Cuya cabecera municipal es la Ciudad de Guatemala.

En sí, el departamento fue creado por un decreto de la Asamblea Constituyente del Estado el 4 de noviembre de 1825. En ese entonces, la República se dividió en 7 departamentos y fundó la capital en la Nueva Guatemala de la Asunción.

“Durante la fecha mencionada, los municipios del norte del departamento de Guatemala eran habitados por cakchiqueles, mientras que los del sur eran pocomames”².

¹ Cultura Petenera y más. *Municipio de Guatemala*. <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/10/23/municipio-de-guatemala/> Consulta: 10 de octubre de 2018.

² KWEI, Ivon. *Departamento de Guatemala*. <https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/departamento-de-guatemala/>. Consulta: 10 de octubre de 2018.

Figura 1. **Departamento de Guatemala, Guatemala**



Fuente: KWEI, Ivon. *Departamento de Guatemala*.

<https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/departamento-de-guatemala/>. Consulta: 10 de octubre de 2018.

1.3. **Ubicación geográfica**

El Departamento de Guatemala se encuentra situado en la región I o región Metropolitana, su cabecera departamental es Guatemala. Se ubica en la latitud $14^{\circ} 38' 29''$ y longitud $90^{\circ} 30' 47''$, y cuenta con una extensión territorial de 2 253 kilómetros cuadrados.

Por su configuración geográfica que es bastante variada, sus alturas oscilan entre los 930 y 2 101 metros sobre el nivel del mar, con un clima generalmente templado.³

³ Cultura Petenera y más. *Municipio de Guatemala*. <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/10/23/municipio-de-guatemala/>. Consulta: 10 de octubre de 2018.

1.4. Localización

Guatemala es uno de los 22 departamentos de la República de Guatemala. Está situado en la región central del país, tiene una extensión territorial de 2 253 km² y su población es de aproximadamente 2 975 417 habitantes. Cuenta con 17 municipios y su cabecera departamental es el municipio de Guatemala.

El departamento de Guatemala limita al norte con Baja Verapaz, al este con El Progreso, Jalapa y Santa Rosa, al sur con Escuintla y al oeste, con Sacatepéquez y Chimaltenango.⁴

Figura 2. Centro Cívico de Guatemala



Fuente: Wikiguate. *Guatemala (departamentos)*. <https://wikiguate.com.gt/guatemala-departamento/>. Consulta: 02 de octubre de 2018.

⁴ Cultura Petenera y más. *Municipio de Guatemala*. <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/10/23/municipio-de-guatemala/>. Consulta: 10 de octubre de 2018.

Figura 3. **Panorámica de la Plazuela España y anexos en la capital del país**



Fuente: Wikiguate. *Guatemala (departamentos)*. <https://wikiguate.com.gt/guatemala-departamento/>. Consulta: 02 de octubre de 2018.

Figura 4. **Zona 9 de la ciudad capitalina**



Fuente: Wikiguate. *Guatemala (departamentos)*. <https://wikiguate.com.gt/guatemala-departamento/>. Consulta: 02 de octubre de 2018.

1.5. Comunicaciones

La Ciudad de Guatemala cuenta con varios medios de comunicación los cuales se describen a continuación.

- Transmetro

Es un sistema de transporte público tipo BRT. Funciona desde el 3 de febrero del 2007.

“El sistema es similar a otros sistemas BRT de América Latina, como el Transmilenio de Bogotá, El Metropolitano de Lima, el Transmetro de Barranquilla, MIO de Cali, Eco vía y Metro bus de Quito y Transantiago de Chile”⁵.

Figura 5. Transmetro



Fuente: MORATAYA, Eddy. *Ciudad de Guatemala*.

https://desarrollourbanoyterritorial.duot.upc.edu/sites/default/files/Encuesta%20CIMES_Ciudad%20de%20Guatemala_Morataya_MDUT%202011.pdf 28 Consulta: 09 de octubre de 2018.

⁵ Publinews. *Transmetro cumple ocho años sirviendo a 625 millones de usuarios*. <https://www.publinews.gt/gt/guatemala/2015/02/04/transmetro-cumple-ocho-anos-sirviendo-625-millones-usuarios.html>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

- Número de usuarios

“625 millones de usuarios han utilizado el servicio a lo largo de estos 8 años”⁶.

- Transurbano

Este sistema de transporte público denominado Transurbano, inicia sus operaciones de servicio a mediados del año 2010; el número de unidades con las que presta el servicio en la actualidad (2013) es de 455 buses normales.

Este cuenta con paradas establecidas, en el recorrido de las rutas existe más seguridad, sistema que los operadores oferentes consideraron que al funcionar en un 100 %, generaría empleos y beneficiaría a más de 32 mil familias con un ingreso fijo mensual, mejorando la calidad de vida para un millón y medio de usuarios diariamente.

El hecho de prestar un buen servicio, en consideración de la entrada de Transurbano al transporte colectivo urbano, al cubrir todas las rutas del transporte público, se suponía sería la sustitución de los autobuses rojos (los cuales siguen operando), ya que, según lo proyectado para la implementación de este nuevo sistema de transporte, fue considerado en cuatro fases en ordenamiento por áreas geográficas, de las cuales únicamente dos fases son las que han iniciado a funcionar:

⁶ Publinews. *Transmetro cumple ocho años sirviendo a 625 millones de usuarios*. <https://www.publinews.gt/gt/guatemala/2015/02/04/transmetro-cumple-ocho-anos-sirviendo-625-millones-usuarios.html>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

- Fase uno, Zonas 12 y 21 de la ciudad de Guatemala.
- Fase dos, zonas 17, 18, 24 y 25 de la ciudad de Guatemala. Aldea El Fiscal, Palencia y Central del Norte.
- Fase tres, (pendiente) Mixco.
- Fase Cuatro, (pendiente) cubrirá zonas 5, 13 y 15 de la ciudad de Guatemala, Santa Catarina Pínula, El Pajón y Piedra Parada.

Figura 6. **Prototipo de autobuses utilizados por Transurbano**



Fuente: RASHJAL, Carlos. *El subsidio al transporte urbano y su efecto económico en los usuarios de una ruta en la ciudad de Guatemala.*

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4978.pdf. Consulta: 24 de octubre de 2018.

- Número de usuarios

“Los viajes que realiza una unidad son de doce viajes diarios para responder a la demanda promedio de 960 pasajeros al día, incluye viajes de ida y regreso (origen destino)”⁷.

⁷ RASHJAL, Carlos. *El subsidio al transporte urbano y su efecto económico en los usuarios de una ruta en la ciudad de Guatemala.* http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4978.pdf. Consulta: 24 de octubre de 2018.

- Transporte público

En los inicios del año 1900 surgió en la Ciudad de Guatemala el uso del transporte urbano. La primera ruta de este transporte tenía su recorrido desde El Calvario y El Guardia Viejo por la calle de La Libertad, que en la actualidad corresponde a la Avenida Bolívar.

Posteriormente, en el año 1927 el servicio de transporte urbano se hizo más formal. Se estableció la Empresa Guatemalteca de Autobuses EGA, esta tenía una ruta que iba de la estación central al Parque Central por toda la novena avenida, y de ahí hacia el Hipódromo del Norte por toda la sexta avenida.

En el año 1931 se presentó al Gobierno una serie de solicitudes de varias empresas para prestar el servicio de transporte en más rutas.

La empresa que obtuvo el permiso fue Roque Rosito y Cía., que empezó a funcionar con 21 buses distribuidos en 7 rutas y con un precio de 5 centavos por pasajero.

En un inicio, la mayoría de las rutas pasaban por el Parque Central. Este era un punto importante y básico para la ubicación en la ciudad.

- Número de usuarios

Más de 427,6 millones de pasajeros utilizan el transporte público en abril, un 11,8 % más que en el mismo mes del año 2017.

El transporte urbano aumenta un 11,3 % en tasa anual y el interurbano un 10,6 %. Dentro de éste, cabe destacar el incremento del 13,4 % en el transporte por ferrocarril.

Durante el periodo agregado marzo-abril se observa un aumento del número de viajeros del 2,3 % respecto al mismo periodo de 2017.

- Vehículos

El término vehículo proviene del latín *vehículo* y, en su sentido más amplio, está relacionado con el transporte, tanto de personas como de cargas, habitualmente se producen en masa y entre los más comunes están el carro, los trenes, la bicicleta, la motocicleta y los aviones.⁸

- Número de usuarios

Hay 3,54 millones de vehículos en Guatemala. A diciembre 2017, Guatemala registró un aumento de un cuarto de millón de vehículos, alcanzando los 3,54 millones de unidades en todo el territorio nacional, como resultado del crecimiento de un 8,78 % en comparación del periodo 2016.

“Según estimaciones de la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), en primer lugar, en cantidad de vehículos está la ciudad capital con el 44,12 %”⁹.

⁸ Definicionyque.es. *Definición y que es Vehículo*. <https://definicionyque.es/vehiculo/>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

⁹ MARROQUÍN, Cadmon. *Hay 3.54 millones de vehículos en el país*. <https://republica.gt/2018/02/23/hay-3-54-millones-de-vehiculos-en-el-pais/>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

- **Motocicletas**

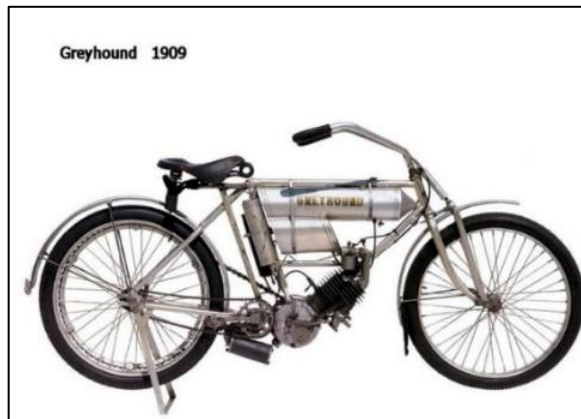
La motocicleta, o moto, es un vehículo motorizado de dos ruedas monot (las ruedas son una detrás del otro). Se sienta al piloto a trasero, las manos tienen el manillar y los pies están sobre reposapiés. Un pasajero puede tenerse a trasero detrás del piloto. Llama a una persona que conduce este tipo de vehículo motociclista o "motociclista (e)". Se puede agregar sobre el lado de la moto una cesta y el vehículo se convierte en un sidecar, sostenido por una rueda suplementaria, para permitir el transporte de uno o dos pasajeros suplementarios.

Figura 7. **La motocicleta**



Fuente: Canariasenmoto. *La historia de la motocicleta, un resumen de imágenes.*
<http://www.canariasenmoto.com/noticias/la-historia-de-la-motocicleta-un-resumen-en-imagenes.html>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

Figura 8. **Historia de la Motocicleta**



Fuente: Canariasenmoto. *La historia de la motocicleta, un resumen de imágenes.*
<http://www.canariasenmoto.com/noticias/la-historia-de-la-motocicleta-un-resumen-en-imagenes.html>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

- Número de usuarios

“El director operativo de la Policía Municipal de Tránsito explicó que Guatemala es el mercado más grande la región con 800 mil motocicletas, de las cuales 325 mil circulan en la capital”¹⁰.

1.6. Topografía

La configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala nos muestra un valle central de orientación aproximada norte – sur bordeado por áreas montañosas al occidente y oriente.

¹⁰ Publinews. *Guatemala es el país más motorizado de Centroamérica.*
<https://www.publinews.gt/gt/guatemala/2015/02/22/guatemala-pais-mas-e2809cmotorizadoe2809d-centroamerica.html>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

Esta configuración ha sido interpretada por algunos autores como un hundimiento tectónico o "graben" donde el bloque central se hunde con respecto a los bloques levantados en sus extremos.

Figura 9. **Configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala**

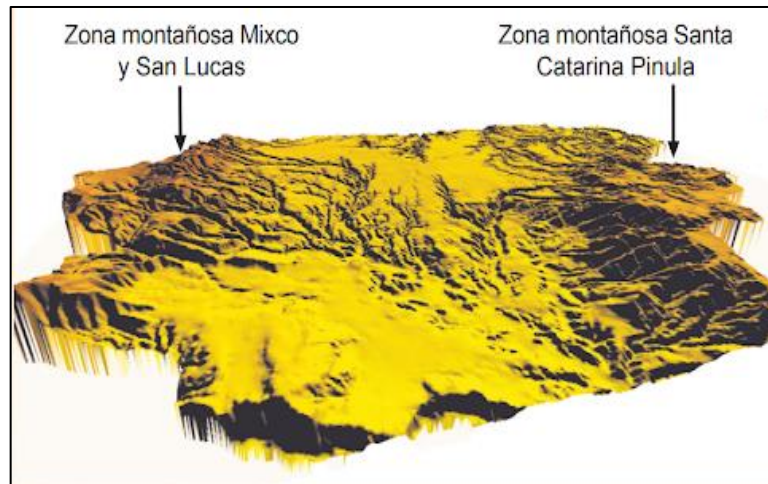


Fuente: Desastres. *Topografía de la zona metropolitana de Guatemala.*

<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0196/doc0196-parte03.pdf>. Consulta:

09 de octubre de 2018.

Figura 10. **Configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala -vista tridimensional-**



Fuente: Desastres. *Topografía de la zona metropolitana de Guatemala*.

<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0196/doc0196-parte03.pdf>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

1.7. Aspectos climáticos

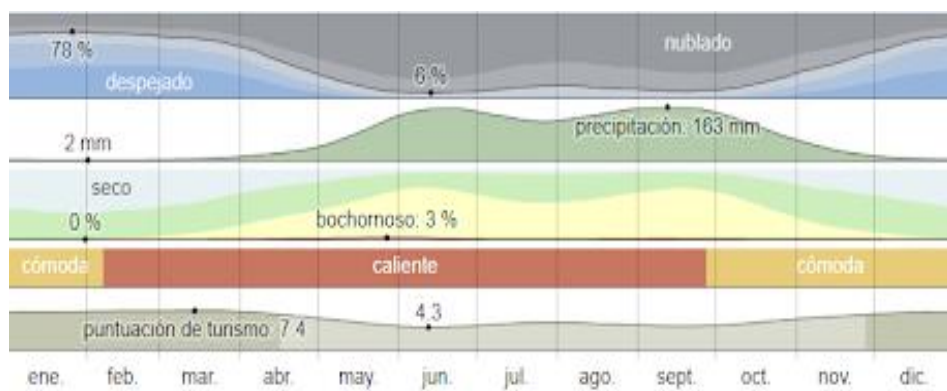
Los aspectos climáticos pueden definirse como toda propiedad o condición de la atmósfera cuyo conjunto caracteriza el clima de un lugar a lo largo de un período de tiempo suficientemente representativo.

- Temperatura

En Ciudad de Guatemala, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es mayormente despejada y es caliente durante todo el año.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 13 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de 11 °C o sube a más de 29 °C.

Figura 11. Resumen del clima



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

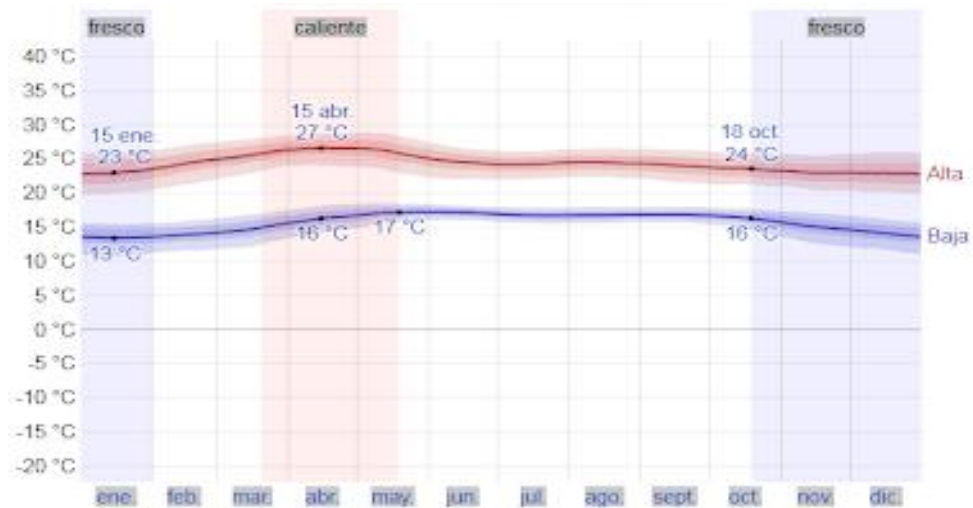
La temporada templada dura 2,0 meses, del 20 de marzo al 19 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 26 °C.

El día más caluroso del año es el 15 de abril, con una temperatura máxima promedio de 27 °C y una temperatura mínima promedio de 16 °C.

La temporada fresca dura 3,4 meses, del 18 de octubre al 1 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C. El día más frío del año es el 15 de enero, con una temperatura mínima promedio de 13 °C y máxima promedio de 23 °C.

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Figura 12. **Temperatura máxima y mínima promedio**



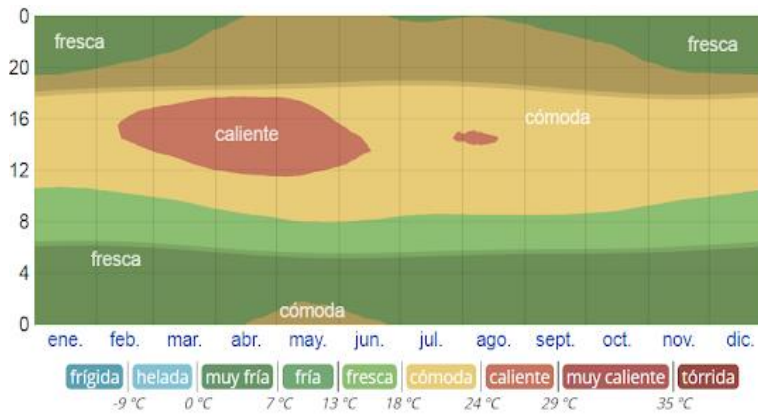
Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

La figura siguiente muestra una ilustración compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Figura 13. **Temperatura promedio por hora**



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

- **Nubes**

En Ciudad de Guatemala, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año.

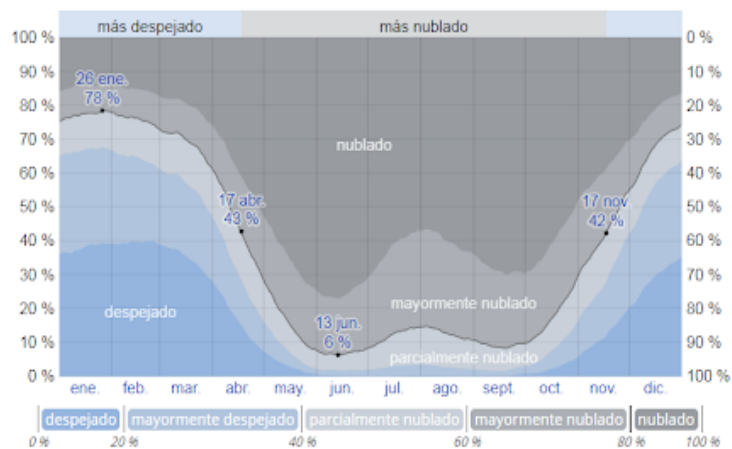
La parte más despejada del año en Ciudad de Guatemala comienza aproximadamente el 17 de noviembre; dura 5,0 meses y se termina aproximadamente el 17 de abril. El 26 de enero, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 78 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 22 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 17 de abril; dura 7,0 meses y se termina aproximadamente el 17 de noviembre. El 13 de junio, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 94 %

del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 6 % del tiempo.

El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

Figura 14. **Categorías de nubosidad**



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

- **Precipitación**

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Ciudad de Guatemala varía muy considerablemente durante el año.

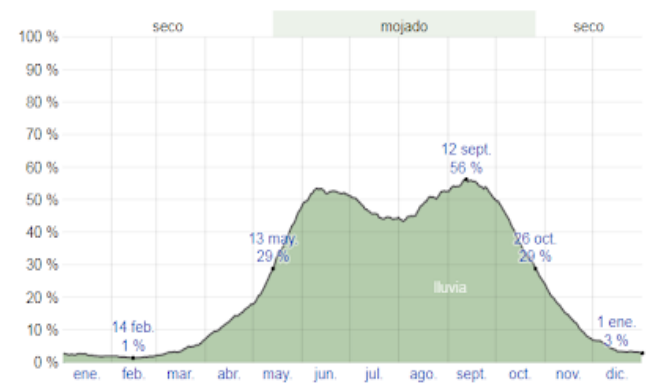
La temporada más mojada dura 5,4 meses, de 13 de mayo a 26 de octubre, con una probabilidad de más del 29 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 56 % el 12 de septiembre.

La temporada más seca dura 6,6 meses, del 26 de octubre al 13 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 14 de febrero.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 56 % el 12 de septiembre.

El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Figura 15. **Probabilidad diaria de precipitación**



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

- Lluvia

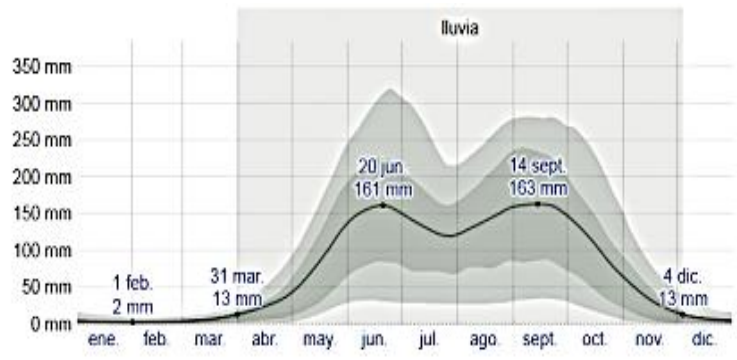
Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Ciudad de Guatemala tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura 8,1 meses, del 31 de marzo al 4 de diciembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 14 de septiembre, con una acumulación total promedio de 163 milímetros.

El periodo del año sin lluvia dura 3,9 meses, del 4 de diciembre al 31 de marzo. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 1 de febrero, con una acumulación total promedio de 2 milímetros.

La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25^o al 75^o y del 10^o al 90^o. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

Figura 16. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

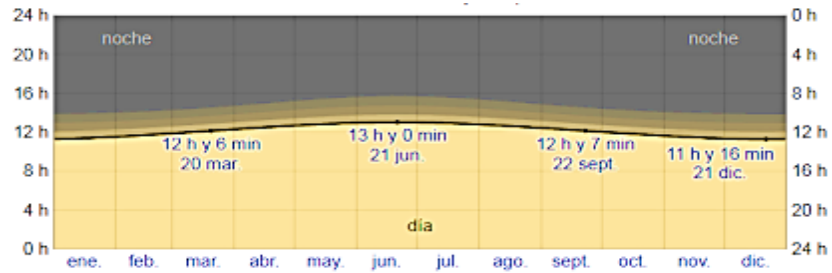
<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

- Sol

La duración del día en Ciudad de Guatemala varía durante el año. En 2018, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 16 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 13 horas y 0 minutos de luz natural.

La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

Figura 17. **Horas de luz natural y crepúsculo**



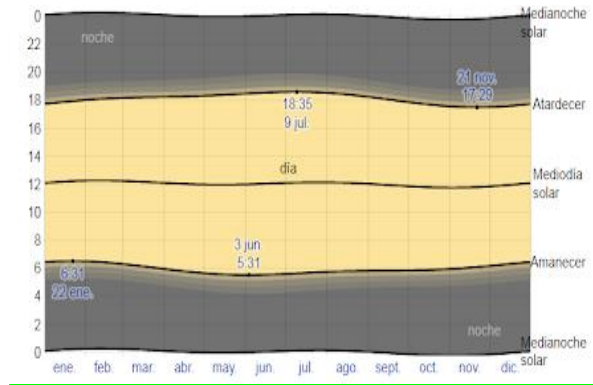
Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

La salida del sol más temprana es a las 5:31 el 3 de junio, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 0 minutos más tarde a las 6:31 el 22 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 17:29 el 21 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 1 hora y 6 minutos más tarde a las 18:35 el 9 de julio.

El día solar durante el año 2018. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico) y la noche se indican por el color de las bandas, de amarillo a gris.

Figura 18. **Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo**



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

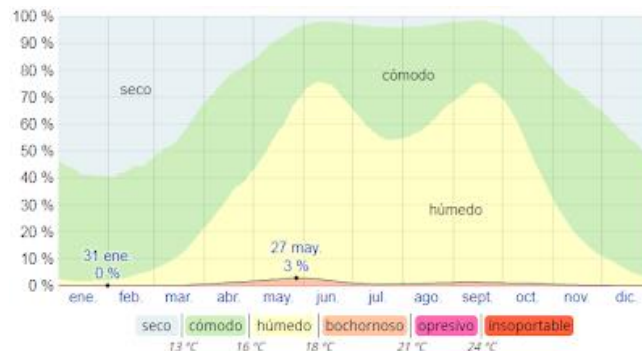
- **Humedad**

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Ciudad de Guatemala, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 1 % del 1 %.

El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Figura 19. **Niveles de comodidad de la humedad**



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

- **Viento**

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Ciudad de Guatemala tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

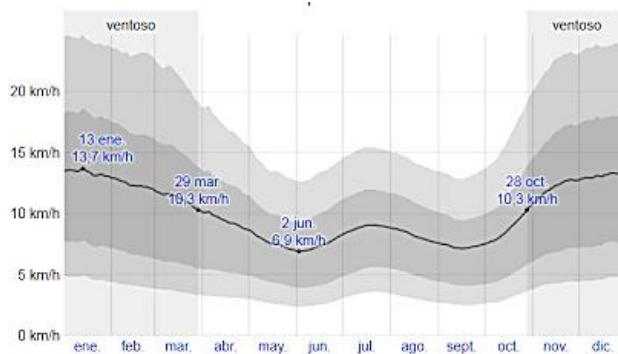
La parte más ventosa del año dura 5,0 meses, del 28 de octubre al 29 de marzo, con velocidades promedio del viento de más de 10,3 kilómetros por hora.

El día más ventoso del año es el 13 de enero, con una velocidad promedio del viento de 13,7 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7,0 meses, del 29 de marzo al 28 de octubre. El día más calmado del año es el 2 de junio, con una velocidad promedio del viento de 6,9 kilómetros por hora.

El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25 ° a 75 ° y 10 ° a 90 °.

Figura 20. **Velocidad promedio del viento**



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

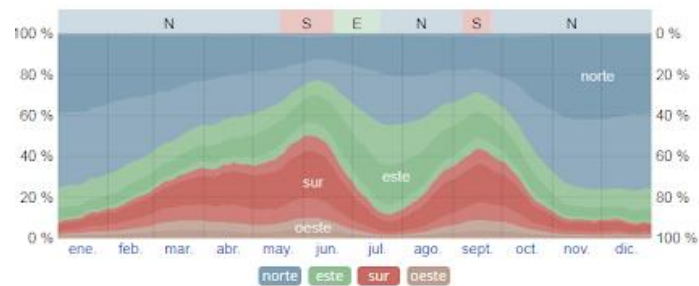
La dirección predominante promedio por hora del viento en Ciudad de Guatemala varía durante el año.

El viento con más frecuencia viene del sur durante 1,1 meses, del 17 de mayo al 19 de junio y durante 2,6 semanas, del 6 de septiembre al 24 de septiembre, con un porcentaje máximo del 40 % en 5 de junio. El viento con más

frecuencia viene del este durante 4,1 semanas, del 19 de junio al 18 de julio, con un porcentaje máximo del 44 % en 17 de julio. El viento con más frecuencia viene del norte durante 1,6 meses, del 18 de julio al 6 de septiembre y durante 7,8 meses, del 24 de septiembre al 17 de mayo, con un porcentaje máximo del 44 % en 24 de julio.

El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Figura 21. Dirección del viento



Fuente: Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.*

<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

- Temperatura y punto de rocío

Hay 2 estaciones meteorológicas suficientemente cerca para contribuir a nuestros cálculos de temperatura y punto de rocío en Ciudad de Guatemala.

Los valores se corrigen para cada estación según la diferencia de altitud entre esa estación y Ciudad de Guatemala, de conformidad con la International Standard Atmosphere y con el cambio relativo presente en la reanálisis de la era de satélites MERRA-2 entre las dos ubicaciones.

El valor estimado en Ciudad de Guatemala se calcula como un promedio ponderado de las aportaciones individuales de cada estación, siendo estos promedios ponderados proporcionales a la inversa de la distancia entre Ciudad de Guatemala y una estación dada.

Las estaciones que contribuyen a esta reconstrucción son: Aeropuerto Internacional La Aurora (99 %, 7 kilómetros, sur) y Huehuetenango (1,1 %, 127 kilómetros).¹¹

1.8. Vías de acceso

La ciudad de Guatemala cuenta con múltiples vías de acceso, las cuales se detallan en la siguiente tabla así, como se muestra en el mapa: tabla II. Rutas de acceso a la ciudad capital, registradas dentro de la red vial de la DGC.

Tabla I. **Vías de acceso**

Ruta	Tramo
RD GUA-4	Bif. CA-9 Norte – Jocotales - Chinautla - San Raimundo.
RD GUA-15	Bif. CA-9 Norte - Los Pocitos - Los Encuentros - San Pedro Ayampuc.
CA-9 NORTE	Punto inicial KM. 00+000 Frente al Palacio Nacional - Iglesia La Parroquia - Puente Belice - Puente. Rodriguitos - Puerto Barrios.

¹¹ Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala.* <https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 09 de octubre de 2018.

Continuación de la tabla I.

CA-1 ORIENTE	Punto inicial KM. 00+000 Frente al Palacio Nacional - San Cristóbal (frontera).
RD GUA-21	CA-1 Oriente - Santa Catarina Pinula.
RD GUA-1	GUAT. Bif. CA-1 OR. - Boca del Monte - Villa Canales - Circunvecino lago de Amatitlán - CA-9 SUR.
RD GUA-14	CA-1 ORIENTE - CIUDAD REAL - SAN MIGUEL PETAPA.
CA-9 SUR	Punto inicial KM. 00+000 Frente al Palacio Nacional de Guatemala, utilizando la ruta de la sexta calle frente al Palacio Nacional y continuando hasta la cuarta avenida doblando a la izquierda hasta la veintiuna calle. Doblando a la derecha, se continuó hasta la primera avenida cruzando nuevamente hacia la izquierda con un rumbo a la Avenida Bolívar en la zona número uno. Cruzando hacia la derecha sobre la Avenida Bolívar, se continuó rumbo al sur hasta el Punto El Trébol, cuyo medio se fijó la Estación 4+600.
CA-1 OCCIDENTE	Punto inicial KM. 00+000 frente a Palacio Nacional hasta llegar al Puente "El Trébol" con Estación 4+600. Antes de llegar al Puente El Trébol, se tomó el desvío de la Avenida Bolívar hacia la CA-1 Occidente o Calzada Roosevelt donde se encuentra el paso a desnivel de la zona 8 a la zona 3 identificado como el puente No. 1 y Estación 4+552. Luego, el punto inicial para la Ruta se localizó bajo el Puente El Trébol con Estación: 5+315.
RN 5	Bif. CA-1 OCC. - GUATEMALA - SAN JUAN SACATEPEQUEZ - BIFURCACIÓN SAN RAYMUNDO.

Fuente: VALDEZ, María Fernanda. *Planificación de un puente (paso a desnivel) para el reordenamiento vehicular en la 14 avenida y Calzada Roosevelt, de la ciudad de Guatemala.*

p. 8 - 9.

2. PARÁMETROS PRINCIPALES SOBRE LA INGENIERÍA DEL TRÁNSITO

2.1. Conceptos sobre ingeniería de tránsito que intervienen

Según la definición proporcionada por “Institute of Traffic Engeneering” la Ingeniería de tránsito se define como: “Rama de la Ingeniería que trata del planeamiento de calles, carreteras, zonas anexas a ellas, del proyecto de sus características geométricas y de la circulación del tránsito en las mismas en vistas a su empleo para transportar personas y cosas en forma segura económica y cómoda. Los ingenieros de esta área se encargan del sistema de carreteras, su labor consiste en mejorar la seguridad y capacidad de las calles y carreteras; para ello deben contemplarse en sus estudios principalmente a los vehículos, conductores, y peatones. Ellos trabajan directamente con las municipalidades, ayuntamientos y compañías consultoras privadas. Dentro de los objetos de estudio de la Ingeniería de tránsito se encuentran: los accidentes de tránsito, estacionamiento, cargas, diseño de instalaciones de las terminales, señales de tránsito, marcas, señalización, límites de velocidad y la iluminación de la carretera.”¹²

2.1.1. El automóvil

Un vehículo es un medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro. Ya que casi todas las carreteras, alojan automóviles particulares como tránsito de camiones es esencial que los criterios de diseños consideren las características a seguir por un ingeniero de la carretera o de tránsito, que permita la operación segura y sin contratiempo de un vehículo en movimiento, especialmente durante las maniobras básicas de paso, alto total y dar vuelta. Las características de un vehículo y el buen funcionamiento de este darán a un buen tránsito.¹³

Las últimas décadas del siglo XIX ven la aparición del automóvil con motor de gasolina y renace el deseo de conservar en un buen estado los caminos.

¹² PEÑA, Herlisseth. *Ingeniería de tránsito*. <https://es.slideshare.net/herlissethsaia/ingenieria-de-transito-59141921>. Consulta: 10 de octubre de 2018.

¹³ ENCARNACIÓN, Ana Larielys., et.el. *Ingeniería de tránsito*. <http://ingenieriadetransitouasd.blogspot.com/2012/10/el-vehiculo.html>. Consulta: el 10 de octubre de 2018.

Puede afirmarse que el vehículo de combustión interna, en la forma que actualmente se conoce, nació con el siglo XX.

Al iniciar su función, encontró varios obstáculos por la falta de leyes al respecto y los malos caminos, además a la oposición a las empresas dedicadas, al ferrocarril y a los carruajes tirados por animales, por lo cual floreció hasta principios del siglo XX.

Los cambios principales que ha sufrido el vehículo de motor son; básicamente los de su potencia, velocidad y comodidad, también el vehículo ha adquirido mayor capacidad de carga.

“En la actualidad un gran porcentaje es movido en camiones, y la proporción importante de pasajeros es transportada en autobuses y automóviles”¹⁴.

2.1.2. El peatón

Persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías o terrenos de uso público o privado, que sean utilizados por una colectividad indeterminada de usuarios. Algunas reglas de circulación peatonal son: Caminar por las aceras guardando la derecha y no invadir jamás la calzada, cuando no sea para cruzar. Dejar la calzada libre, colocándose en las zonas peatonales cuando circulen vehículos con urgencia, como son: Policía, Bomberos, Ambulancia. Antes de cruzar una calle de doble sentido de circulación, mirar primero a la izquierda, después a la derecha, y antes de empezar a cruzar, mirar otra vez a la izquierda. En las calles de un solo sentido, hay que mirar primero hacia el lado por la que debe aproximarse la circulación.

¹⁴ GONZÁLEZ, Byron. *Propuesta de paso a desnivel de la Parroquia Zona 6*. p. 103.

Es importante estudiar al peatón, porque no solamente es víctima de tránsito. Si no también una de sus causas.

En la mayoría de los países del mundo que cuenta con un número grande de vehículos los peatones muertos anualmente en accidentes de tránsito ocupan una cifra muy importante, El peatón es la persona que camina o anda a pie; se puede considerar como peatón potencial a la población en general, desde individuos que empiezan a caminar hasta donde lo permita la naturaleza humana.

Se debe tomar conciencia de que el vehículo afecta la vida diaria del peatón y que solamente con una amplia y efectiva educación vial se podrá mejorar esta situación.

Con la ayuda de instituciones como el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, La Policía Nacional, El Consejo de Prevención de Accidentes, y la Municipalidad cumpliendo una función social de información, y velando por la prevención de accidentes, se conseguirá que el hombre, circule seguro y correctamente dentro de la red vial.¹⁵

2.1.3. El conductor

Son las personas que tienen bajo su mando la decisión de operar el movimiento de un vehículo, bajo las condiciones prevalentes del camino. El comportamiento del conductor obedece a una serie de eventos que están relacionados a factores físicos del ser humano, como es la percepción, la identificación el juicio y la reacción, a este lapso de tiempo se le denomina tiempo de reacción.

¹⁵ GONZÁLEZ, Byron. *Propuesta de paso a desnivel de la Parroquia zona 6*. p. 103.

“Los factores que afectan su conducta son: internos, externos como el uso del suelo, ambiente atmosférico, obras viales y corriente de tránsito; psicológicos como la experiencia, motivación, inteligencia y aprendizaje”¹⁶.

En general el conductor no se ha adaptado al vehículo motorizado prueba de esto es el alto número de accidentes de tránsitos, que todo el año deja muertos, heridos y pérdidas materiales en todo el mundo.

Dos factores físicos limitan al conductor, estos son; La visión y el tiempo de reacción.

La persona que conduce un vehículo conoce el mecanismo, sabe lo que es el volante, las velocidades, el freno entre otros, pero desconocen las limitaciones y la potencialidad del vehículo y carece de destreza para mezclarlo en la corriente de tránsito.

El individuo que maneja un automóvil, la mayor parte de veces, no se da cuenta que por un leve movimiento del pedal puede acabar con la vida de varias personas en unos cuantos instantes.

Sin embargo, el individuo tiene la facultad de adaptarse a cualquier innovación que le presente; se ha demostrado que un piloto lo mismo conduce una carreta de bueyes que un avión a mayor velocidad que la del sonido.

Por lo cual debe prepararse a todo público, a todos los peatones y a todos los conductores para evitar accidentes.¹⁷

¹⁶ GONZÁLEZ, Luis. *Características de los elementos del tránsito*. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/11155/Capitulo2.pdf>. [Consulta: 10 de octubre de 2018].

¹⁷ GONZÁLEZ, Byron. *Propuesta de paso a desnivel de la Parroquia zona 6*. p. 103.

2.1.4. Volumen de tránsito

Es la cantidad de vehículos de motor que transita por un camino en determinado tiempo. Las unidades más comúnmente usadas en los volúmenes de tránsito son vehículos de día y vehículos por hora. La capacidad de un camino admite un volumen máximo de trabajo considerado eficiente, la variación de los volúmenes depende del tipo de ruta, según las actividades que prevailezcan en ellas.

Los recuentos de volúmenes de tránsito pueden realizarse de diversas formas y, para realizarlos se han generalizado los aparatos de diversa índole. Principalmente son aparatos electrónicos que mediante detectores registran el paso de cada vehículo en un punto dado de un camino o calle. En algunos casos, el registro es realizado en una cinta donde se imprime un número acumulativo de vehículos o en una cinta perforada, para su utilización posterior en una computadora.

También hay registros gráficos de diversos tipos. Entre los detectores están los de presión, de tubo neumático, magnético, de radar y fotoeléctrico.¹⁸

2.1.5. Velocidad

El término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

Para el caso de una velocidad constante, esta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

- Fórmula de velocidad

$$V = \frac{d}{T}$$

Donde:

v= Velocidad constante (kilómetros por hora)

¹⁸ GONZÁLEZ, Byron. *Propuesta de paso a desnivel de la Parroquia zona 6*. p. 103.

d= Distancia recorrida (kilómetros)

t= Tiempo de recorrido (horas)

El término velocidad, aplicado al movimiento de los vehículos, se utiliza de diferentes maneras de acuerdo con los estudios que se efectúen y los objetivos que se persigan. Esto significa que existen conceptualmente varios tipos de velocidad, los cuales deben ser definidos y aplicados claramente.¹⁹

2.1.6. Corredor urbano

La organización de la ciudad tiene en los corredores urbanos un punto medular, la estructura específica de cada ciudad. Se materializa en torno al esqueleto constituido por la infraestructura de transportes, los sistemas de parques y bulevares, la industria y la organización de los negocios, y los accidentes topográficos. Todo ello rompe la ciudad en numerosas áreas que podemos denominar áreas naturales del crecimiento de la ciudad.

Los corredores urbanos varían en función y forma cuando son parte de una estructura de la ciudad, o cuando lo son de un sistema de ciudades.

En el primer caso se trata de un problema intra-urbano, es decir, cuando contribuye a la planificación de un determinado centro urbano, pero cuando se trata de un sistema de ciudades, serán corredores inter-urbanos.

El impacto de un cambio funcional generado por un corredor inter-urbano: las áreas centrales, afirman, perdieron capacidad de difusión, las periferias se desarticulaban, o desconectaron, y algunos espacios interiores, que antes

¹⁹ MÉNDEZ, Douglas. *Maestría en vías terrestres*. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/velocidad-ingenieria-de-transito.pdf>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

funcionaban como periféricos, ahora son Subcentros dinámicos, transfiriendo el dinamismo hacia el nuevo Corredor Metropolitano de la Costa Gallega.

Son múltiples los ejemplos de conurbación, cuya solución funcional inicia con la implantación de un corredor que vincula los centros en cuestión. Sin embargo, en este artículo nos referiremos exclusivamente a los corredores intra-urbanos, cuya expresión se da al interior de la ciudad.

Los CU en un centro urbano desempeñan un papel crucial en la organización de la ciudad. Dicho desempeño tiene sentidos múltiples:

- Como Distribuidor de Equipamiento Urbano. Posiblemente la función más importante del corredor al interior de un área urbana, consiste en la distribución de servicios a la población, ya que los servicios, traducidos en equipamiento urbano (servicios o equipamiento para la salud, la educación, la recreación, entre otros), se distribuyen en un 50 % en éstos, mientras que el 50 % restante se hará bajo una lógica de equilibrio espacial, mediante la localización y atención a demandas de subcentros urbanos.
- Como Articulador de Zonas, el corredor urbano desempeña un papel de “conexión” entre diversas zonas de la ciudad; es decir, articula la oferta de servicios con la demanda social de éstas, facilitando su ubicación y la movilidad de los habitantes de una zona a otra.
- Como exhibidor comercial. Para el ciudadano común, el corredor es ante todo un lugar comercial, en donde se realizan las actividades cotidianas de abastecimiento. Para la mayoría de los ciudadanos, las compras especiales o de rutina se realizan en centros comerciales y establecimientos ubicados justamente en los corredores urbanos o en su área de influencia.
- Como distribuidor de áreas. El CU no sólo desempeña un papel de articulador. Además de conectar una y otra zona, el corredor permite el tránsito vehicular, particularmente del transporte colectivo. Así, la función de distribución en el conjunto del tejido urbano permite la movilidad intraurbana, y con esto, la distribución de los habitantes de cada área de la ciudad en la totalidad de ésta. Por esta razón, es en los corredores urbanos en donde encontraremos la mayor oferta de transportación en una ciudad.²⁰

²⁰ MARTÍNEZ, Javier. *Metodología de investigación por la caracterización de corredores urbanos*. <http://psicolatina.org/10/corredores.html>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

2.1.7. La vía

El concepto de vía tiene diversos usos vinculados al lugar por el que se circula o se desplaza. La vía, en este sentido, es un camino.

La vía pública se integra por las carreteras, caminos, calles y avenidas, calzadas, viaductos y sus respectivas, áreas de derecho de vía aceras, puentes, pasarelas; los ríos y lagos navegables, mar territorial, demás vías acuáticas, cuyo destino obvio, y natural sea la circulación de personas y vehículos, y que conforme las normas civiles que rigen la propiedad de los bienes del poder público están destinadas al uso común.²¹

Puede tratarse del espacio que, en las ciudades, posibilita que la gente y los vehículos circulen y accedan a las construcciones que se sitúan a sus costados. Por debajo de las vías se encuentra la infraestructura de servicios públicos como la red de electricidad, los cables de teléfono o el agua potable.

Vía puede utilizarse como sinónimo de calle, rúa, pasaje, alameda, sendero, paseo o avenida, entre otros términos, aunque cada uno suele tener un significado más específico (una avenida es una calle muy amplia, por ejemplo).

Las vías son cortadas por el cruce de otras vías o por su finalización en algún límite físico, como un jardín público o una plaza. Es posible distinguir entre la acera o vereda (el lugar destinado a los transeúntes) y la calzada (donde circulan los vehículos) en la organización de una vía.²²

- Clasificación de las vías

Las vías se clasifican de diversas formas, dependiendo del propósito.

²¹ Constitución Política de la República De Guatemala. *Decreto número 132-96*. <https://maycom.com.gt/wp-content/uploads/2013/12/leydetransito.pdf>. Consulta: 26 de noviembre de 2018.

²² Definición.DE. *Definición de vía*. <http://definicion.de/via/>. Consulta: 26 de noviembre de 2018.

Clasificación según la ubicación geográfica:

- Vías urbanas: las enmarcadas en un área urbana.
- Vías rurales: las situadas fuera del ámbito urbano. El término carretera generalmente se usa para referirse a las vías rurales. Clasificación funcional. Todavía cumple dos funciones principales:
 - Función movilidad: dar movimiento al tránsito.
 - Función accesibilidad: dar acceso a las propiedades adyacentes.²³

²³ Monografías Plus. *Clasificación de las vías*. <http://www.monografias.com/docs/clasificacion-de-las-vias-FKYG5CTFC8U2Z>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

3. EVALUACION DE CORREDOR URBANO, CRITERIOS DE EVALUACION

3.1. Volumen de tránsito total

Los estudios sobre los medios de transporte se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de los vehículos y / o personas, sobre puntos o secciones específicas, dentro de un sistema vial. Es importante tener en cuenta que los tiempos de tránsito siempre se deben utilizar como dinámicos, los errores que se cometen en los resultados de los tiempos de tránsito se traducen en problemas de congestionamiento por volúmenes muy superiores a los proyectados. Es fundamental en la planeación y operación de la circulación vehicular conocer las variaciones periódicas de los tiempos dentro de las horas de máxima demanda, conocer la cantidad de tránsito en las horas pico y cuantificar la duración de los plazos máximos, para proyectos, para ingeniería del tránsito.²⁴

3.2. Personas transportadas por tipo de unidad

Al tener el transporte clasificado, se puede conocer el número de personas que se movilizan en cada medio de transporte, ya sea privado colectivo.

El que movilice mayor cantidad en menos unidades, será el más eficiente y se le darás ciertas prerrogativas, para beneficiar, así, el más alto porcentaje de usuarios; si fuera el colectivo, se podría hablar, entonces de un corredor urbano de transporte colectivo, donde éste se le dará preferencia.²⁵

²⁴ CABANZA, Carlos. *Volumen de tránsito*. <https://www.academia.edu/RegisterToDownload#Papers>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

²⁵ GONZÁLEZ, Luis. *Características de los elementos del tránsito*. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/11155/Capitulo2.pdf>. Consulta: 10 de octubre de 2018.

3.3. Continuidad del corredor

“Se evaluará la posibilidad de que el corredor tenga las mismas características a todo lo largo, para que las comodidades del usuario sean significativas”²⁶.

3.4. Las intersecciones

El enfoque general recomendado para atender el diseño geométrico de una intersección presenta una serie de actividades secuenciales, así:

- Estudio de tránsito de la intersección y análisis de la situación existente, utilizando, si se requieren, programas de computador apropiado.
- Selección de la alternativa más conveniente.
- Diseño definitivo de la solución adoptada.
 - Criterios generales. Con la finalidad de obtener el diseño más conveniente, se presentan los siguientes criterios generales, destacando que se debe optar por la solución más sencilla y comprensible para los usuarios.
 - Priorización de los movimientos. Los movimientos más importantes deben tener preferencia sobre los secundarios. Esto obliga a limitar los movimientos secundarios con señales adecuadas, reducción de ancho de vía e introducción de curvas de Radio pequeño. Eventualmente, convendría eliminarlos totalmente.
 - Consistencia con los volúmenes de tránsito. La mejor solución para una intersección vial es la más consistente entre el tamaño de la alternativa propuesta y la magnitud de los volúmenes de tránsito que circularán por cada uno de los elementos del complejo vial.
 - Sencillez y claridad. Las intersecciones que se prestan a que los conductores duden son inconvenientes; la canalización no debe ser excesivamente complicada ni obligar a los vehículos a movimientos molestos o recorridos demasiado largos.
 - Separación de los movimientos. A partir de los resultados de ingeniería de tránsito, según los flujos de diseño determinados para cada caso, puede ser necesario dotar algunos movimientos con vías de sentido único, completándola con carriles de aceleración o desaceleración si fuera necesario. Las isletas que se dispongan con este objeto permiten la colocación de las señales adecuadas. Las grandes superficies pavimentadas invitan a los vehículos y peatones a movimientos erráticos, que promueven accidentes y disminuyen la capacidad de la intersección.

²⁶ GONZÁLEZ, Luis. *Características de los elementos del tránsito*. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/11155/Capitulo2.pdf>. Consulta: 10 de octubre de 2018.

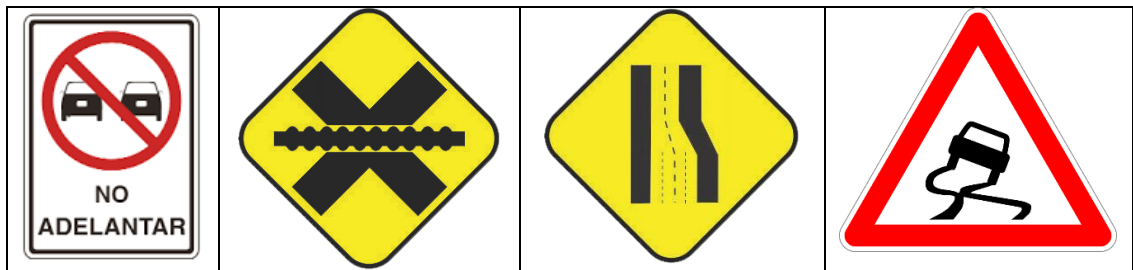
- Visibilidad. La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto debe existir, como mínimo, la distancia de parada.
- Perpendicularidad de las trayectorias. Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto. Además, disminuyen los posibles choques y facilitan las maniobras, puesto que permiten a los conductores que cruzan juzgar en condiciones más favorables las posiciones relativas de los demás.
- Previsión. En general, las intersecciones exigen superficies amplias. Esta circunstancia se debe tener en cuenta al autorizar construcciones o instalaciones al margen de la carretera.²⁷

3.5. La señalización

Las señales de tránsito son aquellos carteles que pululan en cantidades por calles, rutas y caminos, entre otros y que tienen la finalidad de ordenar el tránsito vehicular, la circulación de peatones, de motociclistas y de ciclistas, entre otros.

Básicamente contienen información importante y hacen las veces de guía nuestra en las calles o rutas para indicarnos cómo debemos comportarnos, desde el rol que ocupemos, para circular por ellos de manera correcta, segura y evitar cualquier tipo de siniestro vial que pueda costarnos la vida a nosotros o a cualquier otro ser con el cual nos crucemos.²⁸

Figura 23. La señalización



Fuente: elaboración propia.

²⁷ Instituto Nacional de Vías. *Intersecciones a nivel y desnivel*. ftp://ftp.unicauca.edu.co/Documentos_Publicos/Facultades/FIC/IngCivil/Manual_de_Dise%C3%B1o_%20Geomtrico_INV-2008/Geomtrico/Capitulo%206.pdf. Consulta: 12 de octubre de 2018.

²⁸ Definición ABC. *Definición de señal de tránsito*. <https://www.definicionabc.com/general/senal-de-transito.php>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

3.6. Facilidades de estacionamiento sobre el corredor

Se evaluará el efecto del estacionamiento sobre el flujo de tránsito en el corredor, ya que al estacionar sobre él se está reduciendo su capacidad, anulando prácticamente un carril en cada sentido, si se sobrepasa ampliamente su capacidad, podría llegarse a prohibir el estacionamiento. Teniéndose que buscar lugares adecuados y próximos para su localización.²⁹

3.7. Facilidades para el peatón

Deberían existir lugares especiales de paso para peatones, lo más conveniente es prever la construcción de pasarelas en los puntos necesarios, para guardar la integridad física del peatón a lo largo del corredor. También debe tener a su disposición lugares adecuados para hacer uso del transporte colectivo.³⁰

3.8. Función

La principal función de las facilidades peatonales explícitas es dar seguridad a los peatones que desean cruzar la vía en una sección determinada, reduciendo y previniendo los riesgos de accidentes, en particular de atropellos, y reduciendo las demoras peatonales que se experimenten al cruzar.

Lo anterior puede lograrse:

- Evitando que los peatones enfrenten más de un flujo de tránsito y/o que crucen más de 2 pistas de circulación de una sola vez.
- Otorgándoles derecho a paso sobre la calzada en forma permanente o durante un lapso de tiempo, o bien.
- Proporcionándoles una ruta alternativa, segregada del tránsito de vehículos motorizados, de modo de eliminar todo conflicto con éstos últimos.

²⁹ GONZÁLEZ, Byron. *Propuesta de paso a desnivel de la Parroquia zona 6*. p. 112.

³⁰ *Ibíd.*

Clasificación

Las facilidades peatonales explícitas se clasifican en:

- Isla o refugio peatonal

Zona de protección para los peatones instalada generalmente en la parte central de la calzada, con el objeto de posibilitar el cruce de una vía en 2 etapas. Para los efectos de este Manual, cuando la zona de protección forme parte de un paso peatonal sin constituir por sí sola una facilidad peatonal, y su superficie sea significativamente mayor que la de una isla convencional, se le denominará refugio.

- Paso cebra

Senda demarcada en la calzada, normalmente perpendicular al eje de ésta y eventualmente a nivel de la acera, en la cual los peatones tienen prioridad permanente sobre los vehículos que se aproximan a ella. Esto es, los vehículos siempre deben detenerse cuando el peatón accede al Paso Cebra.

- Paso peatonal regulado por semáforo

Senda demarcada en la calzada, generalmente perpendicular al eje de ésta, respecto a ella un semáforo reparte alternadamente el derecho a paso de peatones y vehículos. La senda peatonal puede ser cruzada por vehículos sólo cuando éstos enfrenten luz verde, debiendo ceder el paso a los peatones que ingresaron a ella antes del inicio de dicha luz y/o a los que cruzan enfrentando también una luz verde. Se ubican en cruces semaforizados - en ocasiones, levemente alejados de la intersección - o en tramos de vía. En estos últimos, el semáforo otorga una fase exclusiva para los peatones. En el primer caso, esto es, cuando el semáforo atiende a la necesidad de regular la circulación de vehículos en un cruce, su instalación responde a los criterios contenidos en el Capítulo 4 de este Manual.

- Paso peatonal a desnivel

Estructura elevada sobre el nivel de la calzada, comúnmente denominada "Pasarela", o paso bajo la calzada (túnel), que posibilita cruzar la vía sin que haya interferencia alguna entre vehículos y peatones. Capítulo 6—6 Se habilitan generalmente en autopistas y autovías, pudiendo usarse también en otras vías donde los vehículos circulan a altas velocidades y/o el flujo vehicular es muy elevado, o donde se registran atropellos frecuentemente. También, especialmente en vías que concentran altos flujos peatonales, se puede privilegiar la circulación de éstos a lo largo de ellas mediante la no interrupción de aceras en los cruces, debiendo los vehículos subir una leve pendiente para cruzarlas. La implantación de esta medida responde en general a proyectos urbanísticos, por lo que no es abordada en esta sección, aun cuando constituye evidentemente una facilidad peatonal. De igual modo, tampoco este capítulo es aplicable a los pasos peatonales - semaforizados o no - que se emplazan en vías destinadas exclusivamente al tránsito de peatones, ni cuando en un proyecto de diseño y gestión vial urbana la

zona de la calzada compartida por vehículos y peatones es a nivel de acera, siendo su superficie marcadamente distinta de la del resto de las calzadas.³¹

3.9. Parada de buses

Es un espacio público destinado a acoger pasajeros a la espera de un transporte público de parada específica en dicha localización.

- Paraderos en la calle

Planificar las detenciones en la calle a lo largo de la ruta de los buses envuelve tres aspectos: espaciamiento, localización y diseño de los paraderos.

- Espaciamiento

El espaciamiento de los paraderos debe estar relacionado con la cantidad de viajes generados / atraídos y el volumen de pasajeros que circula a través del área analizada. El espaciamiento debe ser tal que en promedio no supere los 400 m a 500 m ni sea inferior a los 250 m a 300 m. En casos excepcionales, es posible considerar espaciamientos inferiores, siempre que los paraderos sean divididos, producto de elevadas demandas por subir/bajar.

- Localización

Existen tres tipos de ubicaciones para los paraderos a lo largo de la calle o vía: I) cerca de la intersección antes del cruce (AC), II) lejos de la intersección, luego del cruce (LC), y III) a mitad de cuadra (MC).

³¹ GONZÁLEZ, Byron. *Propuesta de paso a desnivel de la Parroquia zona 6*. p. 38.

Los principales factores que influyen la elección de la localización son la coordinación con los semáforos, el acceso de los pasajeros, incluyendo la transferencia desde otras rutas de buses, condiciones del tráfico vehicular y peatonal en las intersecciones, y la geometría de los virajes y diseño de las paradas.

- Coordinación semafórica

Es quizás el mayor factor de influencia dado que interviene directamente en la velocidad de operación del bus. Una simple regla, conocida como “Ley von Stein para la localización de paraderos” es que, en calles con coordinación semafórica, paraderos alternados (AC, LC, MC) generan las menores demoras. Esta regla es simple de explicar. Un bus puede salir de un paradero AC en la intersección 1 sólo durante la fase de verde. Si por consiguiente arriba a la intersección 2 en la fase de verde y el paradero es AC, el bus corre el riesgo de detenerse y perder el tiempo de verde de la fase, quedando cautivo para el ciclo siguiente. Si el paradero es LC, el bus aprovecha el verde y no queda cautivo.

En consecuencia, en la intersección 2 un paradero LC es claramente más atractivo que un paradero AC. Dado que la detención en el paradero LC puede obligar al bus a salirse de la banda de verde, es mejor que la intersección 3 siguiente sea AC, permitiendo que el bus utilice el tiempo de rojo para el movimiento de pasajeros. Generalizando esta secuencia de eventos, hacen de la localización alternada la mejor opción de localización.

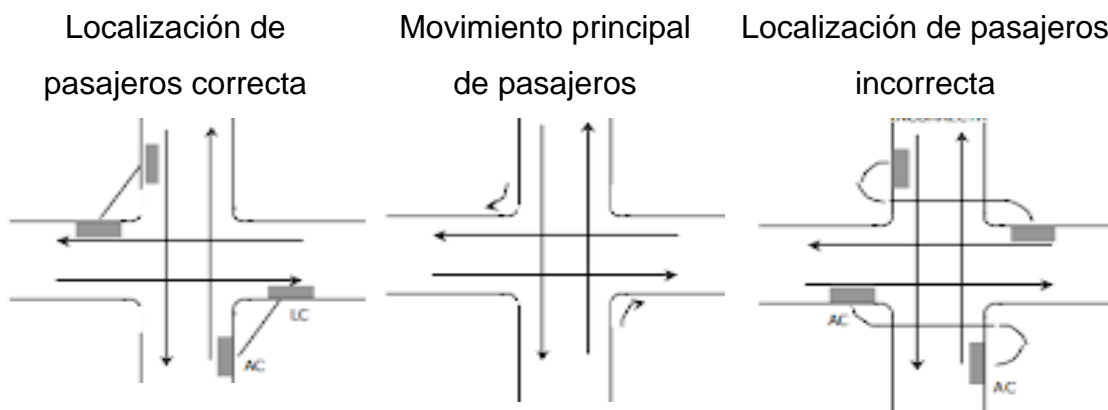
- Acceso de los pasajeros

Este factor debe ser considerado cuidadosamente. Los paraderos deben ser ubicados en donde la espera de los peatones esté bien protegida del tráfico,

con suficiente espacio para su circulación, sin generar interferencias con la circulación peatonal de la vereda. En intersecciones de dos o más rutas de buses, la localización de los paraderos debe minimizar la distancia requerida para la transferencia entre buses, tal como se bosqueja a continuación.

Impacto de la localización del paradero en la transferencia de pasajeros.

Figura 24. **Parada de bus**



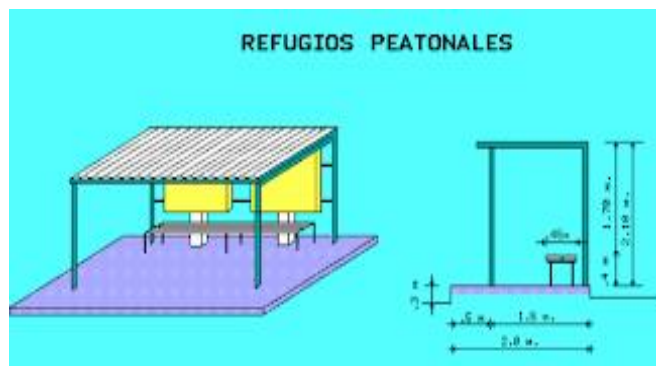
Fuente: FERNÁNDEZ, Rodrigo. VALENZUELA, Eduardo. *Diagnóstico y diseño de facilidades al transporte público*. https://www.cec.uchile.cl/~ci53g/apuntes_diagnostico_diseno_facilidades.pdf. Consulta: 12 de octubre de 2018.

Los andenes deben ser atractivos para evitar paraderos de hecho. Idealmente, por sobre 15 cm de la vereda mediante pendiente suave o grada (disminuye cota con respecto a pisadera del bus), con pavimento de diferente textura y color. El ancho mínimo debe ser 3,0 m para paraderos longitudinales o transversales y su longitud similar a longitud del área de parada.

Respecto de los refugios, su función principal es protección contra el tiempo (lluvia, frío, calor), protección ciudadana (luminosidad) y comodidades (asientos).

Idealmente deben contemplar un sistema de información al usuario (mapas de rutas, paneles de información cultural). Las dimensiones del refugio se calculan suponiendo una densidad de 2 a 2,5 pas/m² en las horas de mayor demanda de subida.

Figura 25. Parada de bus



Fuente: FERNÁNDEZ, Rodrigo; VALENZUELA, Eduardo. *Diagnóstico y diseño de facilidades al transporte público*. https://www.cec.uchile.cl/~ci53g/apuntes_diagnostico_diseno_facilidades.pdf. Consulta: 12 de octubre de 2018.

- Condiciones de tráfico

Las condiciones de tráfico también deben ser consideradas en la selección de la localización de los paraderos. Es deseable ubicar los paraderos de tal forma de minimizar el riesgo y la interferencia con otros flujos vehiculares y/o peatonales. Interferencias con movimientos de viraje de otros vehículos, habilidad del bus para incorporarse a la circulación y visibilidad a los cruces peatonales, son los tópicos más importantes que deben ser analizados para cada localización de paraderos.

En general, paraderos AC causen las menores interferencias cuando el cruce es de un solo sentido (de derecha a izquierda) o cuando el número de vehículos que viran a la derecha desde la vía principal es pequeño. Para las condiciones opuestas, es preferible un paradero LC.

Los paraderos MC son óptimos en casos donde la generación de viajes se encuentra en medio de la cuadra, donde las condiciones geométricas o de circulación de la intersección son inconvenientes y cuando los buses doblan a la izquierda y no es posible implementar paraderos LC.

En conclusión, el uso de sólo un tipo de localización de paraderos usualmente no es la mejor solución. La elección de uno de los tres tipos de localización debe ser hecha para cada caso en particular, basado en los factores anteriormente discutidos.³²

³² FERNÁNDEZ, Rodrigo; VALENZUELA, Eduardo. *Diagnóstico y diseño de facilidades al transporte público*. https://www.cec.uchile.cl/~ci53g/apuntes_diagnostico_diseno_facilidades.pdf. Consulta: 12 de octubre de 2018.

4. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA DE LA ZONA 10

4.1. Tránsito promedio diario (T.P.D)

La información que se obtiene de los volúmenes de tránsito es utilizada, generalmente, en lo siguiente, menciona:

- En la planeación: clasificación sistemática de redes de carreteras, modelos de asignación y distribución de tránsito y en análisis económicos.
- En proyectos: aplicación a normas de proyectos geométricos y en requerimiento de nuevas carreteras.
- En seguridad vial: cálculo de índices de accidentalidad y mortalidad y en evaluación de mejoras por seguridad.
- En investigación: programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito y en nuevas metodologías sobre capacidad.³³

En ingeniería de tránsito: características de los flujos vehiculares, zonificación de velocidades, necesidad de dispositivos para el control del tránsito, estimación de gastos de los usuarios de las carreteras, tasas de flujos, entre otros.

¿Cuál es la clasificación de los volúmenes de tránsito?

- Volúmenes de tránsito absolutos o totales.

³³ CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. <https://doblevia.wordpress.com/2007/03/19/curvas-circulares-simples>. Consulta: 14 de octubre de 2018.

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes.

- Tránsito Anual (TA)

Se refiere al total de vehículos que pasan durante un año. Para este caso $T = 1$ año.

$$TA = T = 1$$

- Tránsito mensual (TM)

Este es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T = 1$ mes.

$$TM = T = 1$$

- Tránsito semanal (TS)

Se le llama al número total de vehículos que pasan por un lugar específico durante una semana. $T = 1$ semana.

$$TS = T = 1$$

- Tránsito diario (TD)

Se le llama al número total de vehículos que pasan durante un día. $T = 1$ día.

$$TD = T = 1$$

- Tránsito horario (TH)

Este es el número total de vehículos que pasan durante una hora. Para ello T= 1 hora.

$$TH = T = 1$$

- Tránsito en un periodo inferior a una hora (Q i)

Se dice del número de vehículos que pasan en un periodo inferior a una hora. Y donde “T” es menor que 1 hora e “i” representa el periodo en minutos, por lo general en 15 minutos.

- Volúmenes de tránsito promedio diarios (TPD)

Es el número total de vehículos, que pasan durante un periodo determinado (días completos), expresado como TPD=

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}}$$

$$\frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}}$$

(N es el número de vehículos y T los días dados). Se refiere, específicamente, a los siguientes.

- Tránsito promedio diario anual (TPDA)
- Tránsito promedio diario mensual (TPDM)
- Tránsito promedio diario semanal (TPDS)
- Tránsito promedio hora diaria (TPHD)
- Volúmenes de tránsito horarios

Estos son los que tienen como base la hora seleccionada, se refiere a los siguientes, dados en vehículos por hora.

- Volumen horario máximo anual (VHMA)
- Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

- Volumen horario de proyecto (VHP).³⁴

4.2. Clasificación del tránsito

“Es el número de vehículos que circulan por una carretera en un período de tiempo dado”³⁵.

Las carreteras se clasifican acorde a diversos criterios a saber cuáles son por el orden o bien la jerarquía que ocupan dentro de la red vial, por la condición del asfalto, por su tránsito y por el ancho.

La carretera no es más que un trecho de asfalto o de cemento que se realiza de forma paralela a los centros urbanísticos, o a los alrededores de las montañas o empinadas con el fin de que transiten todo tipo de vehículos.

La clasificación de las carreteras reviste gran importancia para las legislaciones, conforme a los permisos para transitar, o bien por los permisos que deben obtener y consideraciones que se deben tener para su construcción.

- Clasificación de carreteras
 - Por su tránsito:

³⁴ NAVARIJO, Karina. *Diseño de un modelo para el sistema de registro de volúmenes de tránsito vehicular en Guatemala*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5121/1/Karina%20Liseth%20Navarajo%20Zabala.pdf>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].

³⁵ VELÁSQUEZ, Luis. *Evaluación del efecto de las sobre cargas del transporte pesado en la pérdida de serviciabilidad de las estructuras de Pavimento, por medio de los factores equivalentes de carga por tipo de eje*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0545_MT.pdf. Consulta: 12 de octubre de 2018.

Esto se determina por la cantidad de vehículos que las transita en el periodo de un año.

- “Tipo A. Más de 4 000 vehículos.
 - Tipo B. Transitan cerca de 2 000 a 4 000 vehículos.
 - Tipo C. Entre 1 000 y 2 000 vehículos.
 - Tipo D. Transitan menos de 1 000 vehículos.
 - Tipo E. Transitan menos de 500 vehículos”³⁶
- Serviciabilidad de la carretera

Es la capacidad o nivel de servicio de una carretera se clasifica por las letras A, B, C, D, y E, siendo el nivel de servicio A el nivel ideal hasta la letra E una carretera altamente congestionada, para su clasificación se toman en cuenta un las características y condiciones de entorno y vía. El nivel de servicio se mide según la capacidad de fluidez que pueda tener una carretera.

Según el manual de capacidad de carreteras de los Estados Unidos, una vía que presente condiciones de tránsito ideales debe tener las siguientes características:

- Flujos ininterrumpidos
- Sin interferencia vehicular
- Sin mezcla de vehículos pesados
- Altas velocidades de diseño
- Carencia de restricciones en la distancia de visibilidad

³⁶ ClasificaciónDe. *Clasificación de carreteras*. <http://www.clasificacionde.org/clasificacion-de-carreteras/>. Consulta: 14 de octubre de 2018.

El deterioro prematuro de la vía puede inducir a que los automóviles se desplacen con más lentitud y esto provocaría que el nivel de servicio se reduzca.

La existencia de las sobrecargas en el transporte pesado reduce la vida útil de las carreteras, la carretera al terminar este período de utilidad tendrá un índice de serviciabilidad menor y esto da como consecuencia que la carretera tenga un nivel de servicio menor a previsto.³⁷

4.3. Tipos de estaciones de conteo

Las estaciones de conteo se implantan en las carreteras con el objetivo de contabilizar el número de vehículos que pasan por el punto concreto en que se encuentran.

- **Conteos mecánicos**

Se utilizan en lugares situados a mitad de cuadra o en tramos continuos en campo abierto.

Existen aparatos mecánicos portátiles y fijos cuya utilización depende del objeto del estudio.

- Detectores neumáticos.
- Detectores magnéticos.
- Detectores de espiral de inducción.
- Detectores de radar.
- Contadores mecánicos portátiles.
- Equipo fotográfico.

³⁷ VELÁSQUEZ, Luis. *Evaluación del efecto de las sobre cargas del transporte pesado en la pérdida de serviciabilidad de las estructuras de Pavimento, por medio de los factores equivalentes de carga por tipo de eje*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0545_MT.pdf. Consulta: 12 de octubre de 2018.

- Contadores electrónicos.

Algunos contadores automáticos emplean un método de conteo que requiere la instalación en el camino de detectores de superficie (como los tubos neumáticos de camino) o detectores de bajo de la superficie (como los aparatos magnéticos o de contacto eléctrico). Los cuales detectan los vehículos que pasan y transmiten la información a un registrador que se conecta al detector a un lado del camino. Un ejemplo de contadores que utilizan tubos neumáticos de camino es clasificador de tránsito de vehículos Phoenix, fabricado por la empresa productos para tránsito diamond. Un ejemplo de contadores que utilizan detectores magnéticos es el Hi-Star MC 90A fabricado por UN-Metrics.³⁸

- Conteo manual

Permite obtener datos del volumen de tráfico a través del uso de personas que conozcan el campo estudiado.

- Conteos manuales electrónicos

Este contador implica una o más personas que registran los vehículos observados en un contador eléctrico.

- Epsilon: Específicamente sirve para usarlo en las intersecciones esquinas, cuenta con 12 teclas que reproducen el movimiento en las cuatro esquinas.
- Traffic survey: Es una aplicación móvil para el registro manual del volumen de tráfico en un cruce de carreteras. Se especifica el intervalo de tiempo para el periodo de cuenta. Puede registrar hasta nueve movimientos de giro y clasificar los vehículos en diez categorías.
- Traffic counter, Traffic survey Volume Count: Aplicaciones móviles útiles para el conteo de volumen vehicular solo en una vía; contiene diferentes tipos de clasificación vehicular.

- Analizador compacto de tráfico:

Es capaz de tomar mediciones referentes al tráfico, velocidad, longitud vehicular y clasificación sobre un carril de tráfico. Además, cuenta con un software para la programación y recuperación de datos que permite obtener tablas y gráficas. Es el equipo más adecuado en la recopilación de todos los datos necesarios para el análisis de tráfico.

- Sensores

- Sensores de láser óptico: Son sensores de ejes que detectan el paso del vehículo en base a la carga eléctrica que se genera en el material piezoeléctrico cuando es presionado por una rueda.
- Sensor láser visible activo: El sensor obtiene la imagen del vehículo y a partir de esto podrá clasificar y determinar sus dimensiones.

³⁸ VALDIVIA, Pedro. *Métodos de conteo*. <http://es.scribd.com/doc/59602782/Metodos-de-conteo>. Consulta: 12 de octubre de 2018.

- Sensores mediante microondas: Proporciona información como el conteo de vehículos, velocidad y clasificación. Detecta vehículos que cambian de carril y la presencia de colas de tráfico.³⁹

4.3.1. Estaciones semipermanentes

Este tipo de estaciones deben aforar por medio de un registrador de detección magnética durante periodos de 30 días en meses alternos, de tal manera que a lo largo del año hayan registrado el tráfico durante seis meses. La información registrada por estas estaciones nos va a permitir, con el apoyo en las estaciones permanentes, estudiar las variaciones tráfico horario, diario y mensuales.³⁹

4.3.2. Estaciones sumarias

En este tipo de estación se realiza como mínimo un aforo anual durante 12 horas diarias (de 6 a.m. a 6 p.m.) en periodos de tres días (martes-miércoles-jueves) generalmente en todo el transcurso del año y se efectúan en épocas de verano y/o invierno, ya que la intensidad del tráfico es similar a la media. Estas estaciones se les realizan aforos en caminos que no han sido pavimentados, pero que tienen una afluencia vehicular moderada.

Es importante señalar que las estaciones Permanentes proporcionan los Factores de Ajuste para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en estaciones de Control y Sumarias.⁴⁰

³⁹ MORALES, Jessica. *Métodos de conteo*. <http://es.slideshare.net/JessicaBeln/mtodos-de-conteo-71864116>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].

⁴⁰ VADILLO, Juan Carlos. *Explotación, conservación y mantenimiento de las estaciones de aforo de vehículos, en la red de carreteras de la comunidad Autónoma de Galicia*. http://jcvadillom.blogspot.com/2013/10/explotacion-conservacion-y_8.html. Consulta: 14 de octubre de 2018.

Figura 26. Estación



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura. *Revista conteos de tráfico año 2007: Sistema de administración de pavimentos*. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/anuario-2007.pdf>. Consulta: 14 de octubre de 2018.

4.4. Recopilación de datos

“La toma de datos requiere del diligenciamiento de un formato el que contiene todo lo relacionado a la inspección previa (datos propiedad, al autor de la obra y al inmueble), realizar croquis y reportaje fotográfico”⁴¹.

- Necesidades de la recopilación de información
 - Estudio Sociológico
 - Contacto con la Comunidad y Datos
 - Procesamiento de Información

⁴¹ DÍAZ, Patricia. *Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concretos reforzado en Colombia*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12694/DiazBarreiroPatricia2014.pdf;sequence=1>. Consulta: 15 de enero de 2019.

4.5. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico consiste en un acopio de datos para poder realizar, con posterioridad, un plano que refleje el mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión. Además de ser vital para la elaboración del plano del terreno, el levantamiento topográfico es una herramienta muy importante durante los trabajos de construcción porque con ellos se van poniendo las marcas en el terreno que sirven como guía la construcción.

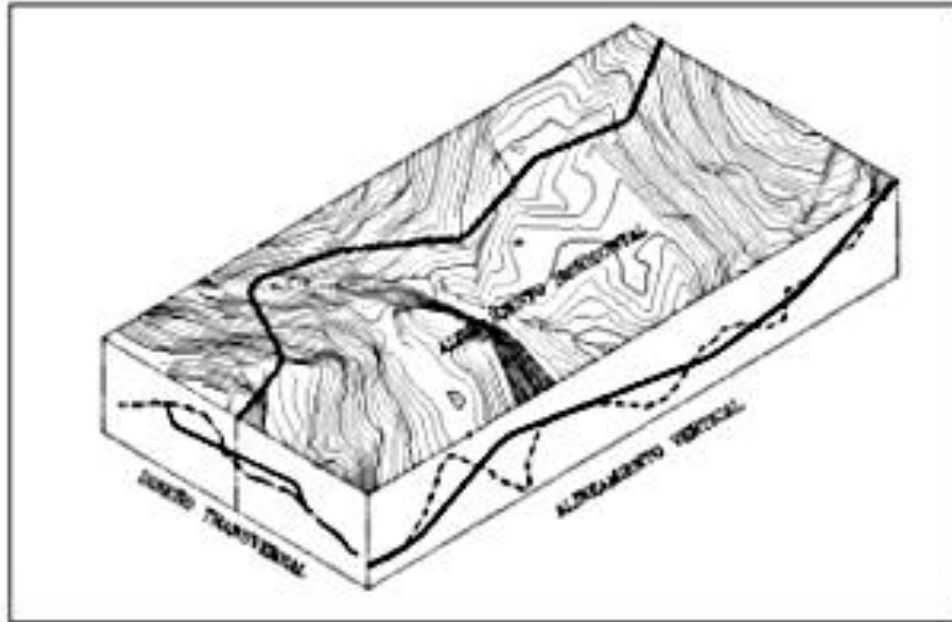
4.6. Diseño geométrico

Se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía, proyecto de una carretera ⁴⁴ velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura. El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. Estos tres elementos, que se muestran en la figura 1 son:

- Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.
- Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.
- Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas. ⁴²

⁴² AGUDELO, John. *Diseño geométrico de vías*. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>. Consulta: 14 de octubre de 2018.

Figura 27. **Alineamiento**



Fuente: AGUDELO, John. *Diseño geométrico de vías*.

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>. Consulta: 14 de octubre de 2018.

4.6.1. **Diseño de localización**

Las actividades de localización se realizan previo al inicio de cualquier obra a ejecutar, y comprende actividades de ubicación y referenciación, en planta y perfil, de inmuebles, calzadas, andenes, redes de acueducto y alcantarillado, cámaras de inspección, sumideros, válvulas, hidrantes, y en general, de cualquier obra civil que se vaya a desarrollar en un proyecto determinado.⁴³

⁴³ ARICARI, Gil. *Planos de Ingeniería Civil*. <https://www.monografias.com/docs113/planos-ingenieria-civil/planos-ingenieria-civil.shtml>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

Figura 28. **Plano de ubicación y localización No. 1**



Fuente: ARICARI, Gil. *Planos de Ingeniería Civil*. <https://www.monografias.com/docs113/planos-ingenieria-civil/planos-ingenieria-civil.shtml>. Consulta: 20 de octubre de 2018.

4.6.2. **Diseño de curvas horizontales**

Las curvas horizontales se utilizan para pasar de una alineación recta (que tiene un determinado azimut) a otra alineación recta (con un azimut distinto) controlando los efectos dinámicos que se producen por el efecto combinado de la velocidad y el cambio de dirección. La primera opción para pasar de una alineación planimetría a otra es mediante la aplicación de una curva circular. Así se construían los caminos en la antigüedad, cuando las velocidades eran bajas, y por lo tanto los efectos dinámicos de magnitud reducida. Con la invención de la locomotora a vapor primero y posteriormente el automóvil se incrementó notablemente las velocidades de desplazamiento de los vehículos.

La primera ley de Newton nos dice que “un objeto tiende a mantenerse en reposo (quieto) o con movimiento rectilíneo y uniforme (en línea recta y con velocidad constante) mientras no actúe sobre él, una fuerza externa”. Esto significa que, si el objeto no está quieto ni con movimiento rectilíneo y uniforme, está actuando una fuerza externa.

La segunda ley de Newton da la relación entre fuerza, masa y aceleración. Es la siguiente:

$$F = m * a$$

Donde:

(Fuerza igual a masa por aceleración)

$F = m \cdot a$ (fuerza igual a masa por aceleración)

¿Cómo se aplican estas dos leyes a la trayectoria de un vehículo en curva? Todos hemos experimentado al viajar en automóvil y doblar una curva, una fuerza que “tira” hacia la parte de afuera de la curva, más intensa cuanto más veloz se desplace el auto, y también más intensa cuanto más cerrado se gire. Esta fuerza se denomina habitualmente “fuerza centrífuga”. Esta fuerza afecta al vehículo, a sus ocupantes, al equipaje, en fin, todo lo que está girando con el vehículo. - La denominación de “centrífuga” no debe confundirnos, se la llama así dentro de un marco de referencia no inercial, o sea ubicado dentro del móvil. Si el fenómeno se lo analiza en un marco de referencia inercial (estático, fuera del móvil) la fuerza es “centrípeta”, al igual que la aceleración que provoca por efecto de la 2ª ley. - Esta fuerza y su correspondiente aceleración, si son constantes, generan una trayectoria circular de curvatura constante.

$$F_c = m \cdot a_c$$

(2da ley de Newton)

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

(expresión de la aceleración centrípeta)

$$m = P/g$$

(la masa en función del peso del móvil)

Donde:

$F_c = m \cdot a_c$ (2ª ley de Newton)

$a_c = v^2 / R$ (expresión de la aceleración centrípeta)

$m = P/g$ (la masa en función del peso del móvil)

Reemplazando en la primera expresión:

$$F_c = \left(\frac{P}{g} * \frac{v^2}{R} \right)$$

$$F_c = (P/g) \cdot (v^2 / R)$$

Donde:

F_c = Fuerza centrífuga.

m = masa involucrada.

a_c = aceleración.

v = velocidad del móvil.

R = radio de la trayectoria curva.

P = peso del móvil.

g = constante gravitatoria (9.81 m/seg²).

Interpretando esta expresión de la fuerza centrífuga, vemos que: al transitar por un tramo recto, la fuerza centrífuga es nula ($R = \infty$), mientras que, al pasar a un tramo

curvo, donde R tendrá un valor establecido, instantáneamente aparece esta fuerza lateral, siendo directamente proporcional a la velocidad del móvil e inversamente proporcional al radio.

A menos que la velocidad sea muy baja, transitar una curva de estas características es por lo menos incómodo, y ciertamente peligroso.

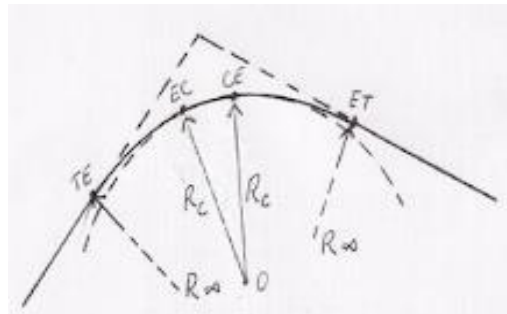
Entonces el empleo de una curva circular simple como curva horizontal está limitado a casos particulares y de muy baja velocidad.

En los proyectos de caminos actuales, se emplean curvas con transiciones. Estas últimas son alineaciones de curvatura variable, de tal manera que la fuerza centrífuga se manifiesta de manera gradual al transitar por la curva. Si se utiliza como curva de transición la "clotoide" (un tipo de espiral) la variación de la fuerza centrífuga será lineal.

Generalmente la curva horizontal tiene un sector central circular (de radio constante) y una transición a cada lado, aunque también se utilizan las curvas espirales como "curvas de transición total" (sin tramo circular) y como transición entre curvas circulares de distinto radio.

Una curva horizontal típica: el tramo EC-CE es una curva circular, los tramos TE-EC y CE-ET son las curvas de transición (el eje del camino está representado por las líneas llenas).

Figura 29. **Curvas 1**

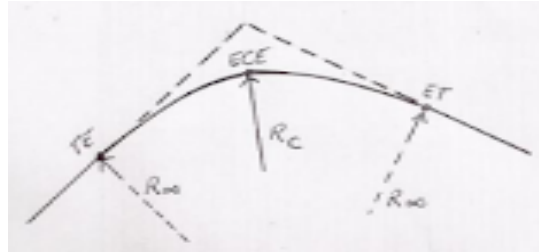


Fuente: FERNÁNDEZ, Damián. *Diseño y cálculo de curvas horizontales*.

<https://trazado2trelew.files.wordpress.com/2016/04/disec3b1o-y-cc3a1lculo-de-curvas-horizontales1.pdf>. Consulta: 18 de noviembre de 2018.

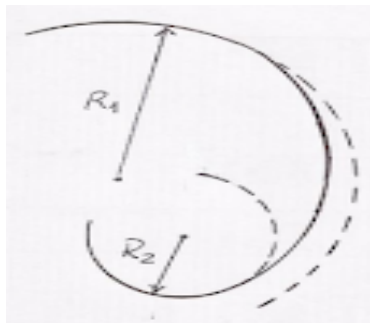
Una curva horizontal resuelta como "transición total". Aquí no existe el tramo circular, y el punto central es ECE, donde se conectan las dos espirales.

Figura 30. **Curvas 2**



FERNÁNDEZ, Damián. *Diseño y cálculo de curvas horizontales*.
<https://trazado2trelew.files.wordpress.com/2016/04/disec3b1o-y-cc3a1lculo-de-curvas-horizontales1.pdf>. Consulta: 18 de noviembre de 2018. Curva espiral como “enlace” entre dos curvas circulares de radios distintos.

Figura 31. **Curvas 3**



Fuente: FERNÁNDEZ, Damián. *Diseño y cálculo de curvas horizontales*.
<https://trazado2trelew.files.wordpress.com/2016/04/disec3b1o-y-cc3a1lculo-de-curvas-horizontales1.pdf>. Consulta: 18 de noviembre de 2018.

4.6.2.1. **Grado de curvatura**

Corresponde al ángulo central subtendido por un arco o una cuerda unidad de determinada longitud, establecida como cuerda unidad (c) o arco unidad (s). Ver más adelante para más información.

- Grado de curvatura (G)

$$G_c = 2 \arcsin \frac{c}{2R}$$

- Usando arcos unidad

En este caso la curva se asimila como una sucesión de arcos pequeños (de longitud predeterminada), llamados arcos unidad (s). Comparando el arco de una circunferencia completa ($2\pi R$), que subtiende un ángulo de 360° , con un arco unidad (s), que subtiende un ángulo G_s (Grado de curvatura) se tiene:

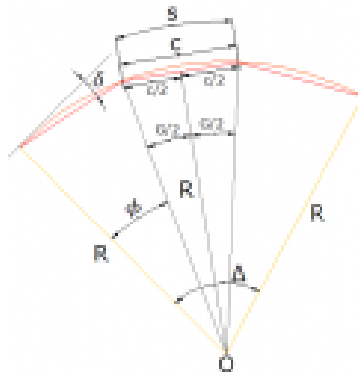
$$\frac{2\pi r}{360^\circ} = \frac{s}{G_s}$$

Entonces:

$$G_s = \frac{180 \cdot s}{\pi R}$$

- Usando cuerdas unidad

Figura 32. **Cuerdas unidas**



Fuente: FERNÁNDEZ, Damián. *Diseño y cálculo de curvas horizontales*.

<https://trazado2trelew.files.wordpress.com/2016/04/disec3b1o-y-cc3a1lculo-de-curvas-horizontales1.pdf>. Consulta: 18 de noviembre de 2018.

Este caso es el más común para calcular y materializar (plasmar en el terreno) una curva circular, pues se asume que la curva es una sucesión de tramos rectos de corta longitud (también predeterminada antes de empezar el diseño), llamados cuerda unidad (c). La continuidad de esos tramos rectos se asemeja a la forma del arco de la curva (sin producir un error considerable). Este sistema es mucho más

usado porque es más fácil medir en el terreno distancias rectas que distancias curvas (pregunta: ¿Se pueden medir distancias curvas en el terreno utilizando técnicas de topografía? ¿Cómo?).

Tomando una cuerda unidad (c), inscrita dentro del arco de la curva se forman dos triángulos rectángulos como se muestra en la figura, de donde:⁴⁴

$$\sin \frac{Gc}{2} = \frac{c/2}{R}$$

$$Gc = 2 \arcsin \frac{c}{2R}$$

4.6.2.2. Longitud de curva

La longitud de arco de una curva, también llamada rectificación de una curva es la medida de la distancia o camino recorrido a lo largo de una curva o dimensión lineal. Históricamente, ha sido difícil determinar esta longitud en segmentos irregulares; aunque fueron usados varios métodos para curvas específicas, la llegada del cálculo trajo consigo la fórmula general para obtener soluciones cerradas para algunos casos.

Fórmula General:

$$S = \int_a^b \sqrt{1 + [f'(x)]^2} dx$$

Distancia desde el PC hasta el PT recorriendo el arco de la curva, o bien, una poligonal abierta formada por una sucesión de cuerdas rectas de una longitud relativamente corta. Ver más adelante para más información.

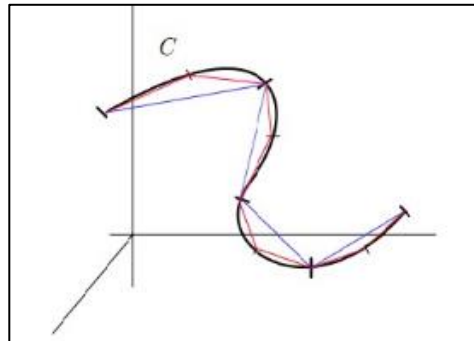
- Longitud de Curva (L)

$$Lc = \frac{c \cdot \Delta}{Gc}$$

La longitud de una curva plana se puede aproximar al sumar pequeños segmentos de recta que se ajusten a la curva, esta aproximación será más ajustada entre más segmentos sean y a la vez sean lo más pequeño posible, escogiendo una familia finita de puntos en C, y aproximar la longitud mediante la longitud de la poligonal que pasa por dichos puntos. Cuantos más puntos escojamos en C, mejor sería el valor obtenido como aproximación de la longitud de C.

⁴⁴ FERNÁNDEZ, Damián. *Diseño y cálculo de curvas horizontales*. <https://trazado2trelew.files.wordpress.com/2016/04/disec3b1o-y-cc3a1lculo-de-curvas-horizontales1.pdf>. Consulta: 18 de noviembre de 2018.

Figura 33. **Fórmula 1**

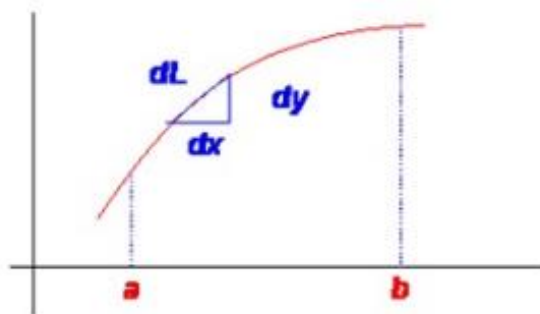


Fuente: GARCÍA, Jaime; MARTÍNEZ, Josué. Cálculo integral.

<http://aguilarserrano.blogspot.com/2011/06/32-longitud-de-curvas.html>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

Si la primera derivada de una función es continua en $[a, b]$ se dice que es suave y su gráfica es una curva suave.

Figura 34. **Fórmula 2**



Fuente: GARCÍA, Jaim. y MARTÍNEZ, Josué. *Cálculo integral*.

<http://aguilarserrano.blogspot.com/2011/06/32-longitud-de-curvas.html>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

Cuando la curva es suave, la longitud de cada pequeño segmento de recta se puede calcular mediante el teorema de Pitágoras.

$$(dL)^2=(dx)^2+(dy)^2.$$

Si f es suave en $[a, b]$, la longitud de la curva de $f(x)$ desde a hasta b es:⁴⁵

$$L = \int_a^b \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx$$

4.6.2.3. Subtangente

Es la distancia entre PC y PI que también está presente entre PI y PT.

$$St = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

4.6.2.4. Cuerda máxima

Es la distancia que hay entre PC y PT.

$$Cm = 2R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

4.6.2.5. External

Es la distancia desde el punto de intersección (PI) al punto medio de la curva.

External (E)

$$\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{R}{R+E} \rightarrow E * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \rightarrow E = R * \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

⁴⁵ GARCÍA, Jaime; MARTÍNEZ, Josué. *Cálculo integral*. <http://aguilarserrano.blogspot.com/2011/06/32-longitud-de-curvas.html>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

4.6.2.6. Ordenada media

Es la distancia desde el punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima (Cm).

Ordenamiento medio (M)

$$\cos(\Delta/2) = \frac{R-M}{R} \rightarrow M = R - R * \cos(\Delta/2) \rightarrow M = R(1 - (\Delta/2))$$

4.6.3. Diseño de curvas verticales

Son definidas por su curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal.

La curva vertical recomendada es la parábola cuadrada.

Fórmula:

$$K = \frac{L}{A}$$

$$K = L / A$$

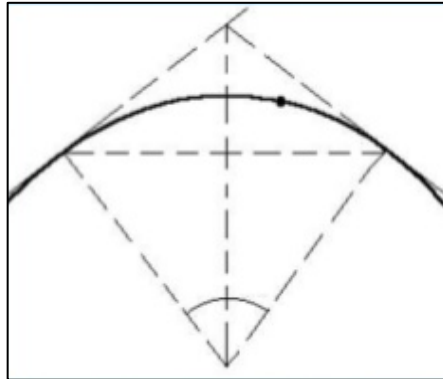
Donde:

K: Parámetro de curvatura.

L: Longitud de la curva vertical.

A: Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

Figura 35. **Curvas verticales**



Fuente: MORALES, Luis. *Curvas verticales (Caminos)*.

<https://es.slideshare.net/LuisMorales94/curvas-verticales-caminos>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

“Los tramos consecutivos de rasante son enlazados con curvas verticales parabólicas. Cuando la diferencia de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás”⁴⁶.

4.6.3.1. La longitud mínima de curvas verticales

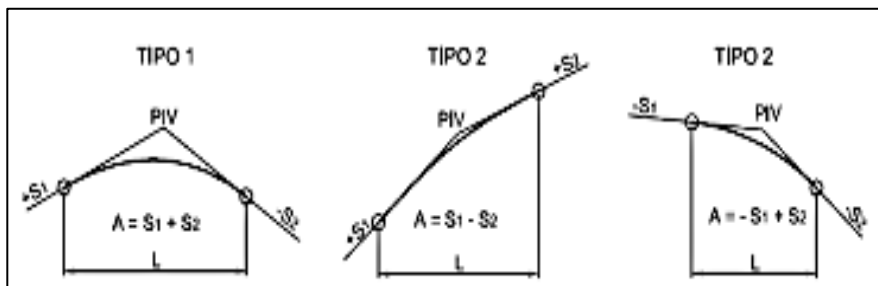
Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado una vía de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en su origen se denomina PCV, y PTV al punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Al punto de intersección de dos tangentes

⁴⁶ MORALES, Luis. *Curvas verticales (Caminos)*. <https://es.slideshare.net/LuisMorales94/curvas-verticales-caminos>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

consecutivas se le designa como PIV, y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra “A”.

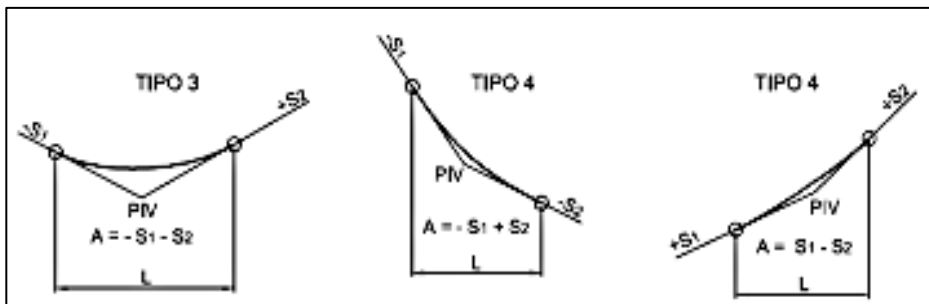
Tipos de curvas verticales:

Figura 36. **Curvas verticales convexas**



Fuente: Instituto Nacional de Vías. *Manual de diseño geométrico de carreteras*.
<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

Figura 37. **Curvas verticales cóncavas**



Fuente: Instituto Nacional de Vías. *Manual de diseño geométrico de carreteras*.
<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

Donde:

"S1 = Pendiente de entrada.

S2 = Pendiente de salida.

A = Diferencia de pendientes.

L = Longitud de la curva.

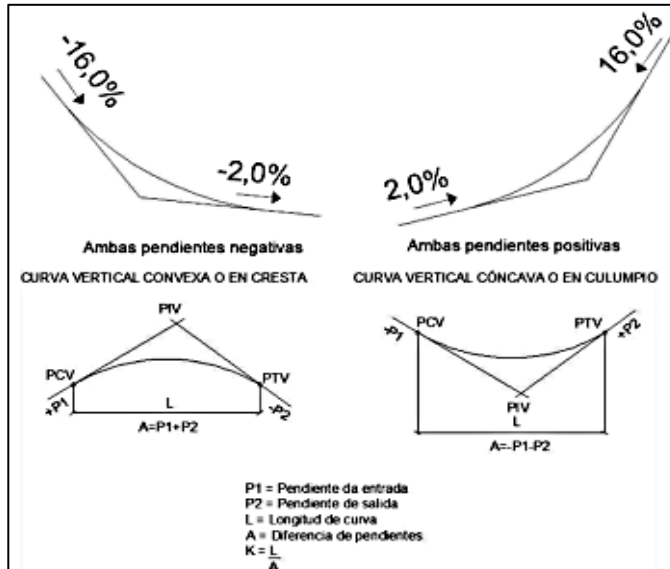
k = Variación por unidad de pendiente $K = L/A$ ⁴⁷.

La finalidad de las curvas verticales es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas.

En el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de éstas para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. En diseños de carreteras para áreas rurales se ha normalizado entre los diseñadores usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño.

⁴⁷ Instituto Nacional de Vías. *Manual de diseño geométrico de carreteras*. <http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

Figura 38. Componentes de curva vertical



Fuente: Instituto Nacional de Vías. *Manual de diseño geométrico de carreteras*.

<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

Donde:

L_{cv} = Longitud de curva vertical.

K = Constante que depende de las velocidades de diseño.

A = Diferencia algebraica de pendientes.

Tabla II. Los valores de K se enumeran en la tabla siguiente

Velocidad de Diseño (km)	Cóncava valores de K	Convexa valores de K
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: VALLADARES, Jorge Félix. *Guía teórica práctica del curso de vías terrestres 1*. p. 31.

Además, existen cuatro criterios que ayudan a determinar la longitud de las curvas verticales, estos son:

Criterio de apariencia: para curvas verticales con visibilidad completa, cóncavas, sirve para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \geq 30; \Delta = P_s - P_e$$

Donde:

Ps = pendiente de salida.

Pe = pendiente de entrada.

Criterio de comodidad: para curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \geq \frac{V^2}{395}$$

Criterio de drenaje: para curvas verticales convexas y cóncavas, alojadas en corte. Se utiliza para que la pendiente en cualquier punto de la curva sea adecuada para que el agua pueda escurrir fácilmente.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \geq 43$$

Criterio de seguridad: que es la visibilidad de parada, la longitud de curva debe permitir que a lo largo de ella la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. Se aplica a curvas cóncavas y convexas.⁴⁸

$$LCV = K * \Delta$$

- Longitud mínima

La longitud mínima de las tangentes verticales con Velocidad Específica menor o igual a cuarenta kilómetros por hora ($VTV \leq 40$ km/h) será equivalente a la distancia recorrida en siete segundos (7 s) a dicha velocidad, medida como proyección horizontal, de PIV a PIV. Las tangentes verticales con Velocidad Específica mayor a cuarenta kilómetros por hora ($VTV > 40$ km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a dicha velocidad, longitud que debe ser medida como proyección horizontal entre PIV y PIV. En la tabla III, se presentan los valores para diferentes Velocidades Específicas de la tangente vertical (VTV).⁴⁹

Tabla III. Longitud mínima de la tangente vertical

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL VTV (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (M)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Fuentes: Instituto Nacional de Vías. *Manual de diseño geométrico de carreteras*.

<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

⁴⁸ GALDÁMEZ, Eduardo. *Apertura de carretera de terracería de la Aldea Chininshac hacia el Cantón Villa Flor pasando por la Aldea Chinisaac y cantones vecinos incluyendo el diseño de un puente en su recorrido de la jurisdicción de Tacaná, San Marcos*. http://www.repositorio.usac.edu.gt/801/1/08_3678_C.pdf. Consulta: 15 de octubre de 2018.

⁴⁹ Instituto Nacional de Vías. *Manual de diseño geométrico de carreteras*. <http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>. Consulta: 15 de octubre de 2018.

4.6.3.2. Ordenada máxima

“La corrección máxima es la distancia desde el PIV al punto medio de la curva vertical simétrica, y se representa como OM (Ordenada Máxima), se calcula por la expresión”⁵⁰.

$$OM = \frac{P_2 - P_1}{800} * L$$

4.6.4. Peralte

El peralte es la sobre elevación que se le da a la sección transversal en la curva. Para contrarrestar la fuerza centrífuga que se produce al trasladarse en un movimiento circular, esta fuerza hace que el vehículo tenga un movimiento hacia fuera de la curva. Para el cálculo del peralte se necesitan las especificaciones del diseño geométrico, donde se puede ver el peralte recomendado, dependiendo del tipo de carretera, velocidad de diseño y grado de curvatura.

Inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento. También contribuye al escurrimiento del agua lluvia.⁵¹

4.6.5. Sobreancho

El sobre ancho, es el ancho adicional proporcionado en las curvas debido a que, al circular en ellas, los vehículos ocupan mayor espacio, porque, aunque los neumáticos sigan la dirección de la curva, la carrocería tiende a seguir tangencialmente al movimiento.

Para el cálculo del sobre ancho se necesitan las especificaciones del diseño geométrico, donde se puede ver los anchos máximos, dependiendo éstos del tipo de carretera, velocidad de diseño y grado de curvatura. El peralte y el sobre ancho

⁵⁰ FERNÁNDEZ, Rodolfo. *Diseño de la carretera Aldea El Rodeo – Plan Redondo, Municipio San José La Arada, Departamento de Chiquimula.* http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2649_C.pdf. Consulta: 15 de enero de 2019.

⁵¹ MORÁN, Julio. *Diseño geométrico y estructural de pavimento rígido para el camino caserío vasconcelos, Cantón Xajaxac - Caserío El Triunfo, Cantón Pujujil II, Municipio de Sololá, Departamento de Sololá.* http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3577_C.pdf. Consulta: 15 de noviembre de 2018.

serán repartidos proporcionalmente en la longitud de la curva, empezando a partir del PC menos $LS/2$ y terminando en el PT más $LS/2$.⁵²

4.7. Sistema de drenajes

El drenaje tiene la finalidad de desalojar el agua que inevitablemente llega a las alcantarillas y evitar que se estanque en la corona de la carretera. Toda el agua que caiga en exceso a la carretera tiene dos orígenes: puede ser de origen pluvial o de corrientes superficiales, ríos o quebradas.

Se define sistemas de drenajes de una vía a las construcciones específicamente diseñadas para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera. El drenaje apropiado es una consideración muy importante en el diseño de una carretera. Las instalaciones inadecuadas para drenaje pueden conducir al deterioro prematuro de la carretera y al desarrollo de condiciones adversas de seguridad, como el hidropilano. Por lo tanto, es común que se destine una parte apreciable del presupuesto de construcción de la carretera a las instalaciones de drenaje.⁵³

⁵² MORÁN, Julio. *Diseño geométrico y estructural de pavimento rígido para el camino caserío vasconcelos, Cantón Xajaxac - Caserío El Triunfo, Cantón Pujujil II, Municipio de Sololá, Departamento de Sololá*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3577_C.pdf. Consulta: 15 de noviembre de 2018.

⁵³ MORALES, Gabriel. *Ampliación y mejoramiento de la carretera de la Aldea Cajón del Río e Introducción y Ampliación del Sistema de Agua Potable, para la Cabecera del Municipio de Camotán, Departamento de Chiquimula*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2855_C.pdf. Consulta: 15 de octubre de 2018.

5. PROPUESTA DE DISTRIBUIDOR VIAL EN PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA DE LA ZONA 10

5.1. Estudio de tránsito promedio diario (T.P.D) en intersección de la Primera calle y Sexta avenida de la zona 10, Ciudad de Guatemala

A continuación, se presenta el informe preliminar de la medición vehicular que se realizó en la 1era Calle y 6ta Avenida de la Zona 10, Ciudad de Guatemala.

Figura 39. Medición vehicular, preliminar



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.





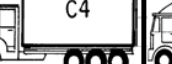
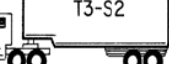



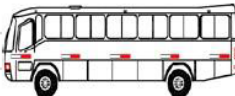
- Fecha de ejecución del trabajo de campo

La medición se realizó del sábado 28 de septiembre al viernes 04 de octubre del año 2019.

- Clasificación vehicular

De acuerdo con lo requerido, la clasificación vehicular que se utilizó es la siguiente:

Figura 40. Sentidos direccionales medidos

1. AUTOMÓVIL	PICK UP	2. CAMIÓN	3. CAMIÓN	4. CAMIÓN	5. TRAILER
					
6. TRAILER	7. TRAILER		8. MICROBÚS	9. AUTOBÚS	
					

Fuente: elaboración propia, empleando Photoshop CS.

En esta intersección se determinaron los siguientes sentidos direccionales:

- De campo Marte a Avenida Reforma
- De campo Marte a Zona 10
- De Zona 1 a Avenida Reforma
- De Zona 1 a Zona 10

Figura 41. Sentidos direccionales medidos



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

- Resultados de la medición

A continuación, se presentan los resultados de la medición por sentido direccional, por tipo de vehículo, por día de la semana y totales diarios. Al final se muestran los volúmenes totales que circularon, así como el T.P.D.

Tabla IV. Resultados de la medición

SENTIDO:	DE CAMPO MARTE HACIA A ZONA 10										DE CAMPO MARTE HACIA AVENIDA LA REFORMA									
	AUTO	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	T3S2R4	MBUS	BUS	TOTAL	AUTO	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	T3S2R4	MBUS	BUS	TOTAL
SAB28SEP19	16136	106	11	0	0	1	0	96	5	16355	19604	256	36	0	0	0	0	331	139	20366
DOM29SEP19	9477	32	0	0	0	0	0	69	5	9583	11780	83	8	0	1	0	0	234	61	12167
LUN30SEP19	15598	153	28	0	0	0	0	213	35	16027	21529	406	47	0	1	1	0	412	227	22623
MAR01OCT19	13218	49	12	0	0	0	0	193	44	13516	22467	286	22	0	0	0	0	310	164	23249
MIE02OCT19	14141	75	15	0	0	0	0	166	48	14445	21987	325	35	0	0	0	0	358	210	22915
JUE03OCT19	14482	81	18	0	0	0	0	172	42	14795	21474	310	39	0	0	0	0	367	198	22388
VIE04OCT19	15649	68	16	0	0	0	0	158	45	15936	23101	322	31	0	0	0	0	325	177	23956
TOTAL	98701	564	100	0	0	1	0	1067	224	100657	141942	1988	218	0	2	1	0	2337	1176	147664
PROMEDIO	14100	81	14	0	0	0	0	152	32	14380	20277	284	31	0	0	0	0	334	168	21095

Continuación de la tabla IV.

SENTIDO	DE ZONA 1 HACIA AVENIDA LA REFORMA										DE ZONA 1 HACIA ZONA 10									
	AUTO	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	T3S2R4	MBUS	BUS	TOTAL	AUTO	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	T3S2R4	MBUS	BUS	TOTAL
SAB28SEP19	6085	117	6	0	0	1	0	94	112	6415	10218	159	30	0	5	2	0	153	30	10597
DOM 29SEP19	4060	41	1	0	0	0	0	83	111	4296	8587	63	4	1	3	0	0	144	30	8832
LUN30SEP19	7990	129	7	0	0	1	0	166	212	8505	11591	160	29	1	5	6	0	265	82	12139
MAR01OCT19	7530	144	7	0	0	0	0	152	209	8042	11328	96	11	1	2	1	0	269	25	11733
MIE02OCT19	7688	156	5	1	0	0	0	177	221	8248	12153	145	18	1	0	0	0	243	35	12595
JUE03OCT19	7751	134	8	0	0	0	0	161	215	8269	11892	135	14	0	0	0	0	221	42	12304
VIE04OCT19	8512	169	8	0	0	0	0	155	219	9063	12315	151	22	0	0	0	0	252	39	12779
TOTAL	49616	890	42	1	0	2	0	988	1299	52838	78084	909	128	4	15	9	0	1547	283	80979
PROMEDIO	7088	127	6	0	0	0	0	141	186	7548	11155	130	18	1	2	1	0	221	40	11568

Fuente: elaboración propia.

De igual manera se presentan los volúmenes totales de forma gráfica, con lo cual se puede determinar cuáles son los sentidos direccionales con mayor flujo.

Figura 42. Volúmenes totales



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

5.2. Análisis de datos

Como se puede observar en la gráfica anterior las afluencias vehiculares se ordenan de mayor a menor de la siguiente manera:

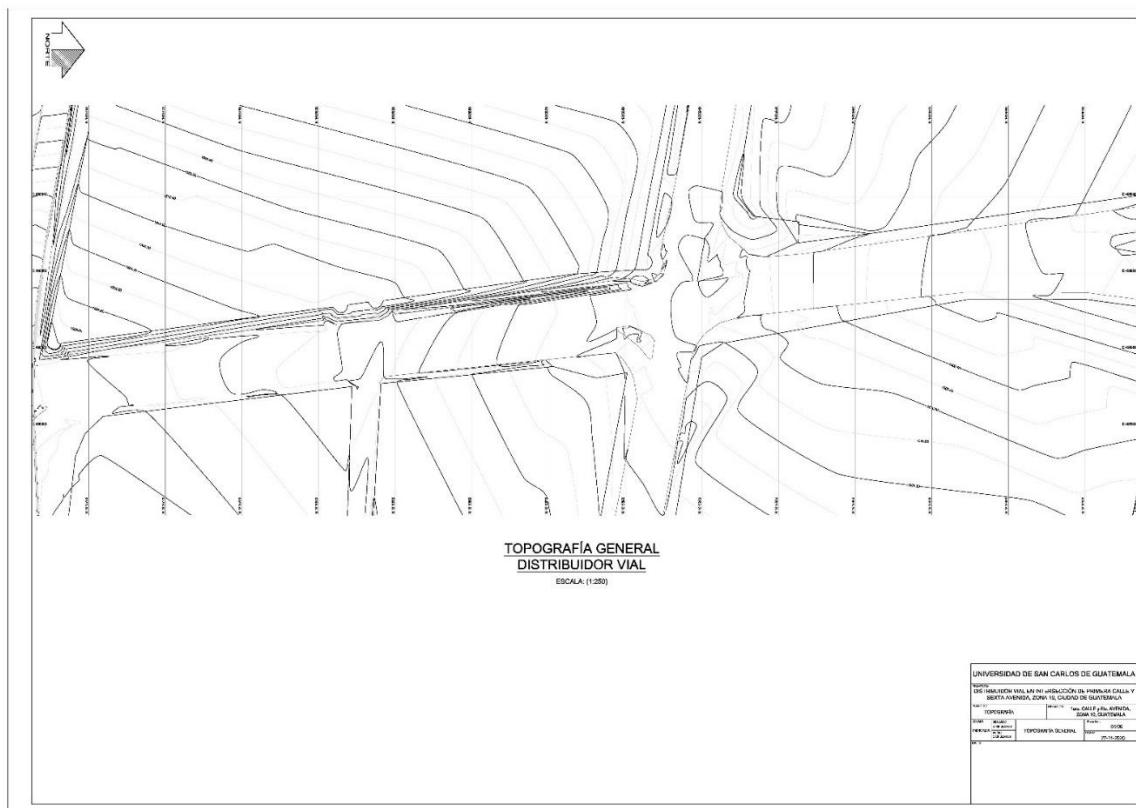
- De Campo Marte hacia Avenida Reforma
- De Campo Marte hacia Zona 10
- De Zona 1 hacia Zona 10
- De Zona 1 hacia Avenida Reforma

Debido a esto se puede concluir que el mayor flujo vehicular es proveniente de Campo Marte por lo que para optimizar la intersección es necesario que dicho flujo se mantenga a nivel de calle y que sea el flujo proveniente de zona 1 el que sea conducido por medio de un paso a desnivel subterráneo.

5.3. Propuesta de diseño geométrico de distribuidor vial en Primera calle y Sexta avenida de la zona 10. Ciudad de Guatemala

Se ha trabajado una propuesta de diseño geométrico a partir de un levantamiento topográfico inicial el cual cuenta con curvas de nivel a cada 0,20 metros y a partir del criterio obtenido en el estudio de tránsito promedio diario.

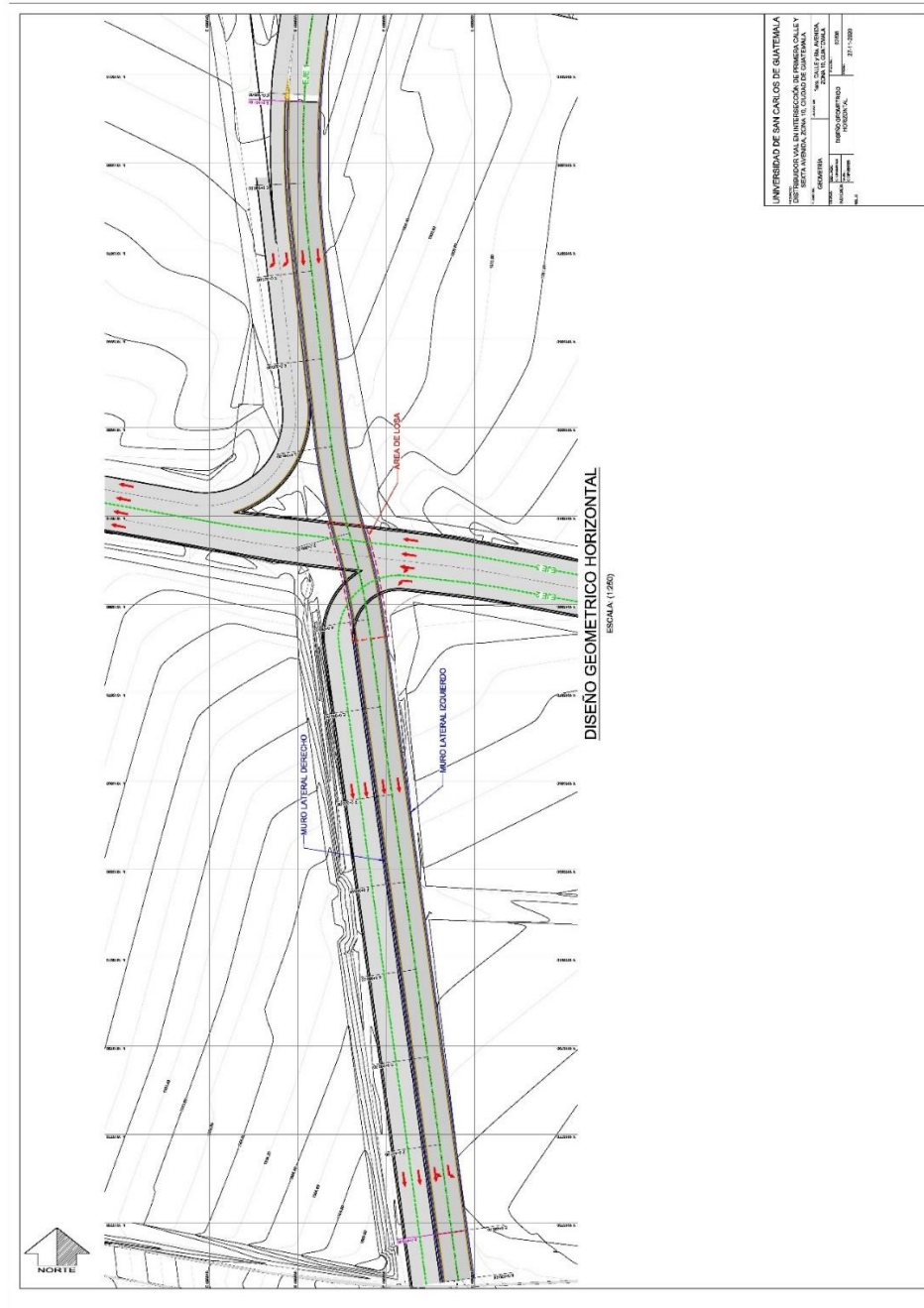
Figura 43. Plano de topografía



*Ver plano 1 del apéndice.

Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2019.

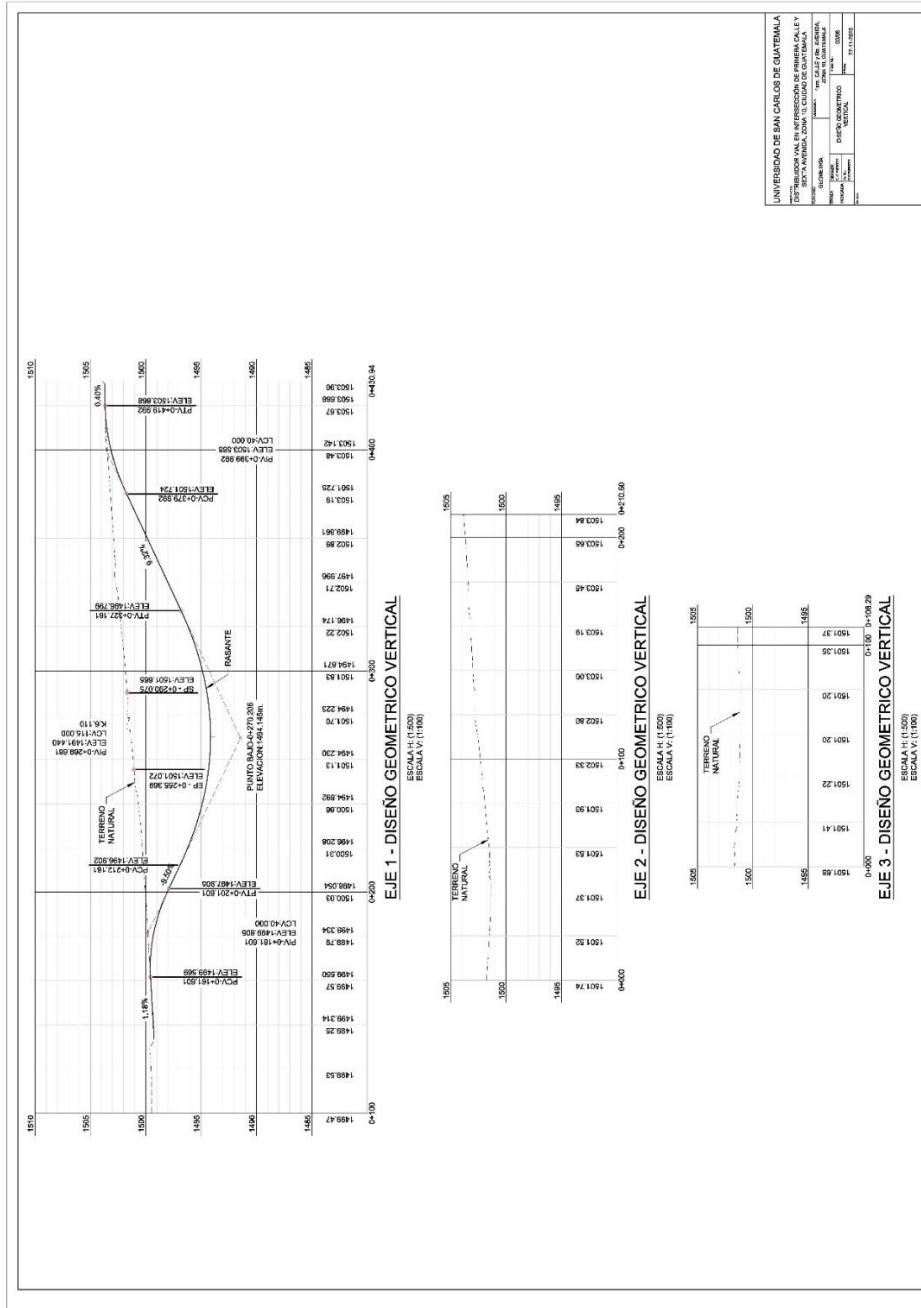
Figura 44. **Diseño geométrico horizontal**



*Ver plano 2 del apéndice.

Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2019.

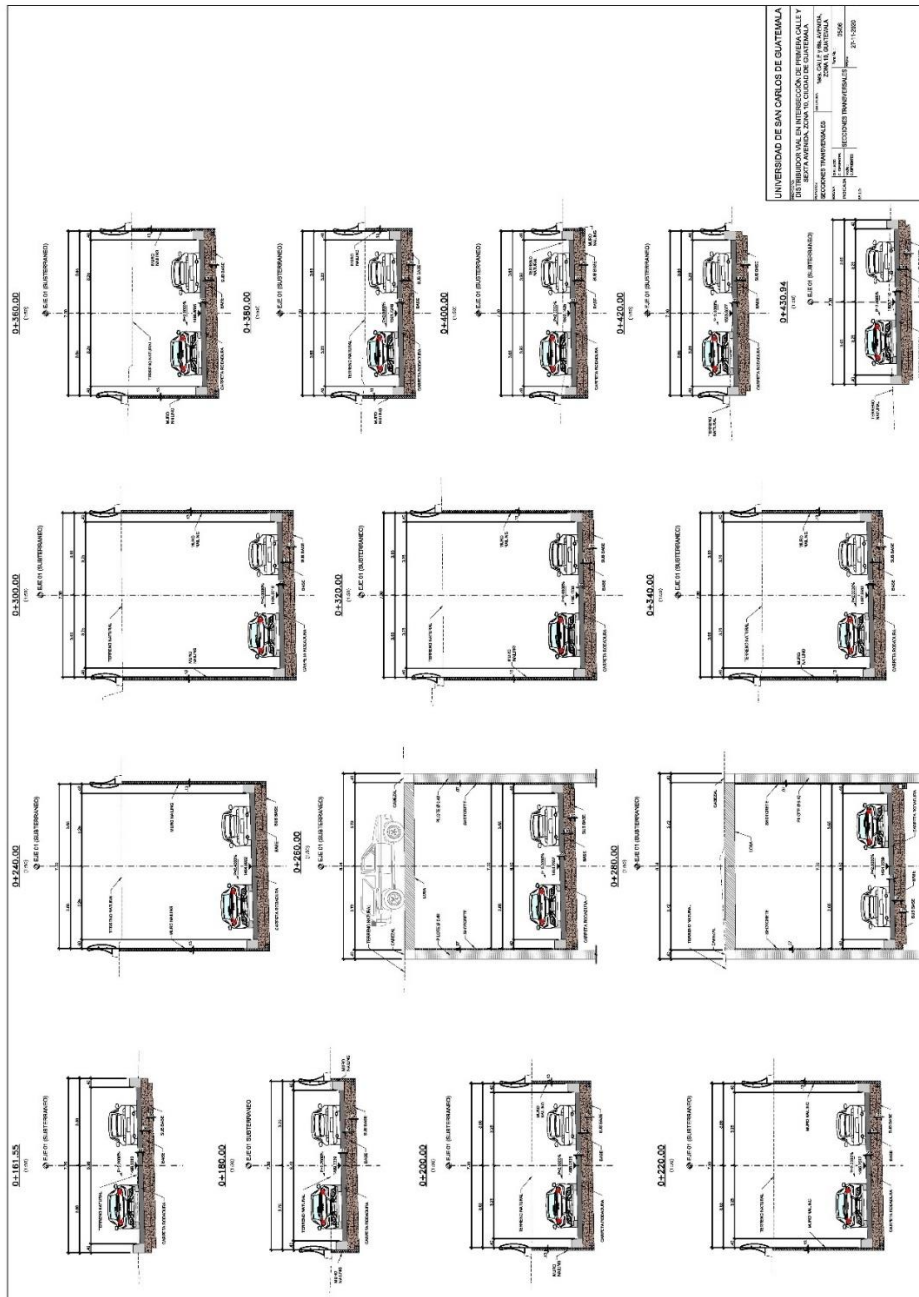
Figura 45. Diseño Geométrico Vertical



*Ver plano 3 del apéndice.

Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2019.

Figura 47. Secciones transversales



*Ver plano 5 del apéndice.

Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2019.

5.3.1. Alineamiento horizontal

Se ha diseñado un alineamiento horizontal partiendo de una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora y un radio mínimo en curvas de 22 metros.

Tabla V. Alineamiento horizontal

No.	Tipo	Restricción de tangencia	Restricción de parámetro	Longitud	Tabla de longitud de transición	Radio	Radio mínimo	Tabla de radios mínimos
1	Línea	No restringido	Dos puntos	143,488m				
2	Curva	Restringido en ambos lados	Radio	50,605m	2 Carriles	203,600m	22,000m	AASHTO 2011 Metric eMax 4 %
3	Línea	No restringido	Dos puntos	42,368m				
4	Curva	Restringido en ambos lados	Radio	22,879m	2 carriles	150,000m	22,000m	AASHTO 2011 Metric eMax 4 %
5	Línea	No restringido	Dos puntos	3,483m				
6	Curva	Restringido en ambos lados	Radio	19,273m	2 carriles	150,000m	22,000m	AASHTO 2011 Metric eMax 4 %
7	Línea	No restringido	Dos puntos	148,847m				

No.	Velocidad de diseño	Dirección	Estación de Inicio	Estación final	Ángulo delta	Longitud de la cuerda	Dirección de Cuerda	Dirección de inicio	Dirección final
1	30 km/h	S07° 50' 36,95"W	0+00,00m	1+43,49m					
2	30 km/h		1+43,49m	1+94,09m	014,2408 (d)	50,475m	S00° 43' 23,45"W	S07° 50' 36,95"W	S06° 23' 50,05"E
3	30 km/h	S06° 23' 50,05"E	1+94,09m	2+36,46m					
4	30 km/h		2+36,46m	2+59,34m	008,7391 (d)	22,857m	S10° 46' 00,47"E	S06° 23' 50,05"E	S15° 08' 10,88"E
5	30 km/h	S15° 08' 10,88"E	2+59,34m	2+62,82m					
6	30 km/h		2+62,82m	2+82,09m	007,3616 (d)	19,259m	S11° 27' 19,93"E	S15° 08' 10,88"E	S07° 46' 28,97"E
7	30 km/h	S07° 46' 28,97"E	2+82,09m	4+30,94m					

No.	Ordenada Media	Tangente externa	Secante externa	PI Estación	Método de obtención	Grado de curvatura por arco
1						
2	1,57	25,433m	1,582m	1+68,92m	AASHTO 2011 Crowned Roadway	008,4424 (d)
3						
4	0,436	11,462m	0,437m	2+47,92m	AASHTO 2011 Crowned Roadway	011,4592 (d)
5						
6	0,309	9,650m	0,310m	2+72,47m	AASHTO 2011 Crowned Roadway	011,4592 (d)
7						

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Alineamiento vertical

Se ha concebido un diseño de alineamiento vertical partiendo de una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora y una pendiente máxima en rampas de 9,50 %. Adicional a esto en la zona del puente se ha respetado una altura mínima en ambos extremos de 5,50 metros lo cual permite el ingreso de cualquier tipo de vehículo al viaducto.

Tabla VI. **Alineamiento vertical**

No.	PIV Estación	PIV Elevación	Pendiente Entrada	Pendiente salida	A (diferencia de pendientes)	Tipo de curva vertical	Tipo de entidad	Longitud de curva vertical	Valor K
1	0+161,60m	1499,569m		0,00 %					
2	0+181,60m	1499,805m	1,18%	-9,50 %	10,68%	Cresta	Parábola Simétrica	40,000m	3,745
3	0+269,66m	1491,440m	-9,50%	9,32 %	18,82%	Cóncava	Parábola Simétrica	115,000m	6,11
4	0+399,99m	1503,588m	9,32%	0,40 %	8,93%	Cresta	Parábola Simétrica	40,000m	4,482
5	0+419,99m	1503,668m	0,00%						

No.	K Mínima para distancia de visibilidad de parada	Radio de curva	Velocidad de diseño	Tabla de curvas verticales
1				
2	2	374.471m	30 km/h	AASHTO 2011 Standard
3		611.002m	30 km/h	AASHTO 2011 Standard
4	2	448.174m	30 km/h	AASHTO 2011 Standard
5				

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Alineamiento peralte

El peralte en las carreteras es importante para hacer cómodas las mismas al transitar el usuario. Adicional a esto, para tener un buen desfogue de aguas pluviales sobre la pista. Para este diseño se utilizó un desfogue mínimo del 2 % y para las curvas se tiene un desfogue de hasta 2,40 %.

Tabla VII. **Peraltes**

CURVA	Estación de inicio	Estación final	Longitud	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
Curva No. 01					
Fin de Corona Normal	0+126,15m			2 %	-2 %
Región de Transición	0+126,15m	0+147,15m	21,000m		
Inicio de Curva	0+143,49m				
Inicio Máximo Peralte	0+147,15m			2,20 %	2,20 %
Fin Máximo Peralte	0+190,43m			2,20 %	2,20 %
Región de Transición	0+190,43m	0+211,43m	21,000m		
Fin de Curva	0+194,09m				
Comienzo Corona Normal	0+211,43m			2 %	-2 %
Curva No. 02					
Fin de Corona Normal	0+218,46m			2 %	-2%
Región de Transición	0+218,46m	0+240,46m	22,000m		
Inicio de Curva	0+236,46m				
Inicio Máximo Peralte	0+240,46m			2,40 %	2,40 %
Fin Máximo Peralte	0+255,34m			2,40 %	2,40 %
Región de Transición	0+255,34m	0+261,08m	5,740m		
Fin de Curva	0+259,34m				
Comienzo Corona Normal	0+261,08m			0 %	0 %

Continuación de la tabla VII.

Curva No. 03					
Fin de Corona Normal	0+261,08m			0%	0%
Región de Transición	0+261,08m	0+266,82m	5,740m		
Inicio de Curva	0+262,82m				
Inicio Máximo Peralte	0+266,82m			-2,40%	-2,40%
Fin Máximo Peralte	0+278,10m			-2,40%	-2,40%
Región de Transición	0+278,10m	0+283,84m	5,740m		
Fin de Curva	0+282,09m				
Comienzo Corona Normal	0+283,84m			2%	-2%

Fuente: elaboración propia.

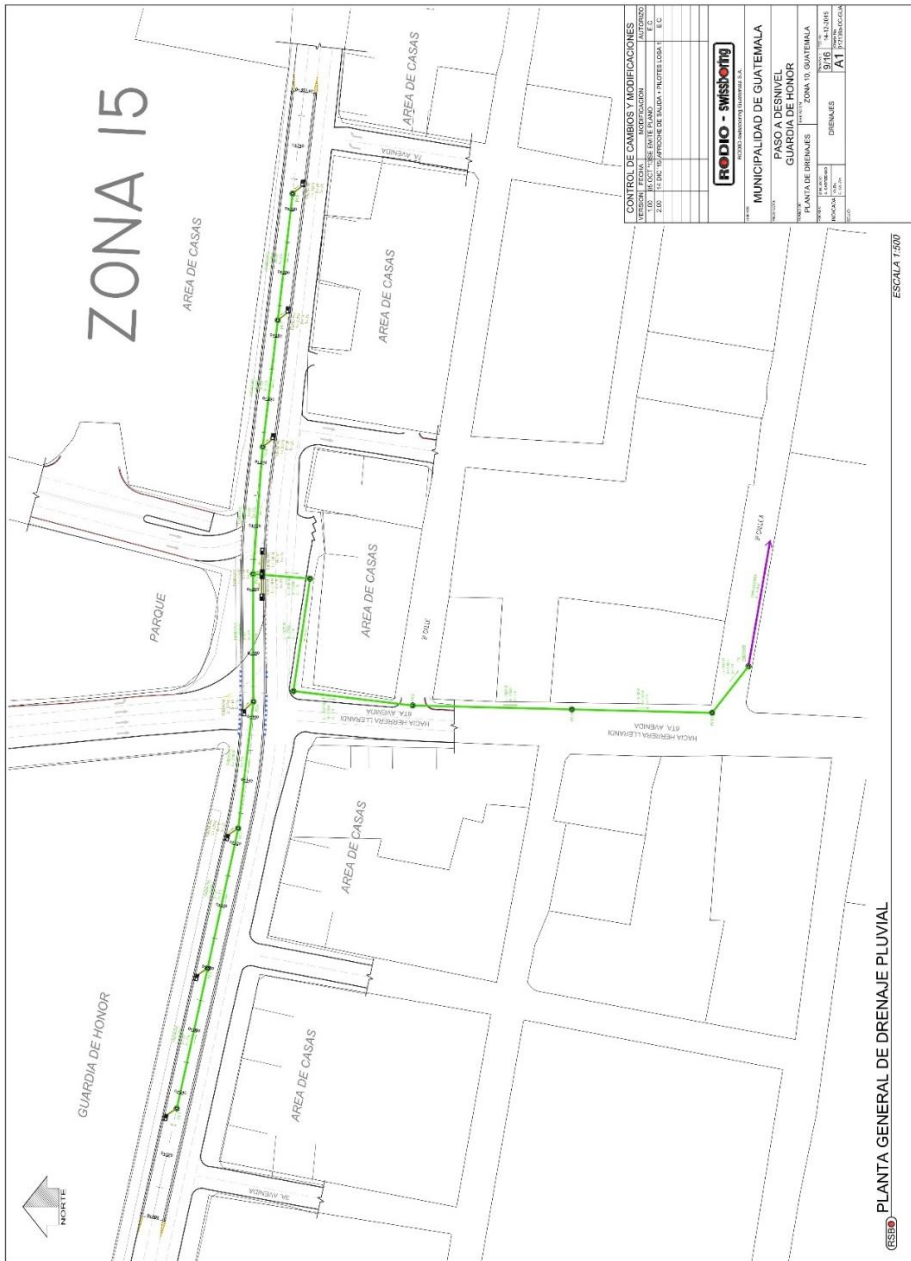
5.4. Prefactibilidad de conexión de drenajes

Se ha solicitado el apoyo de la empresa Rodio Swissboring Guatemala S.A. quien fue la ejecutora del Paso a Desnivel Guardia de Honor, ubicado en la intersección de la 2da Calle y 6ta Avenida de la Zona 10.

Se solicitaron específicamente los planos de drenajes pluviales de dicho paso a desnivel obteniendo lo siguiente:

- Paso a desnivel Guardia de Honor – Planta de drenaje pluvial
- Paso a desnivel Guardia de Honor – Perfil de drenaje pluvia

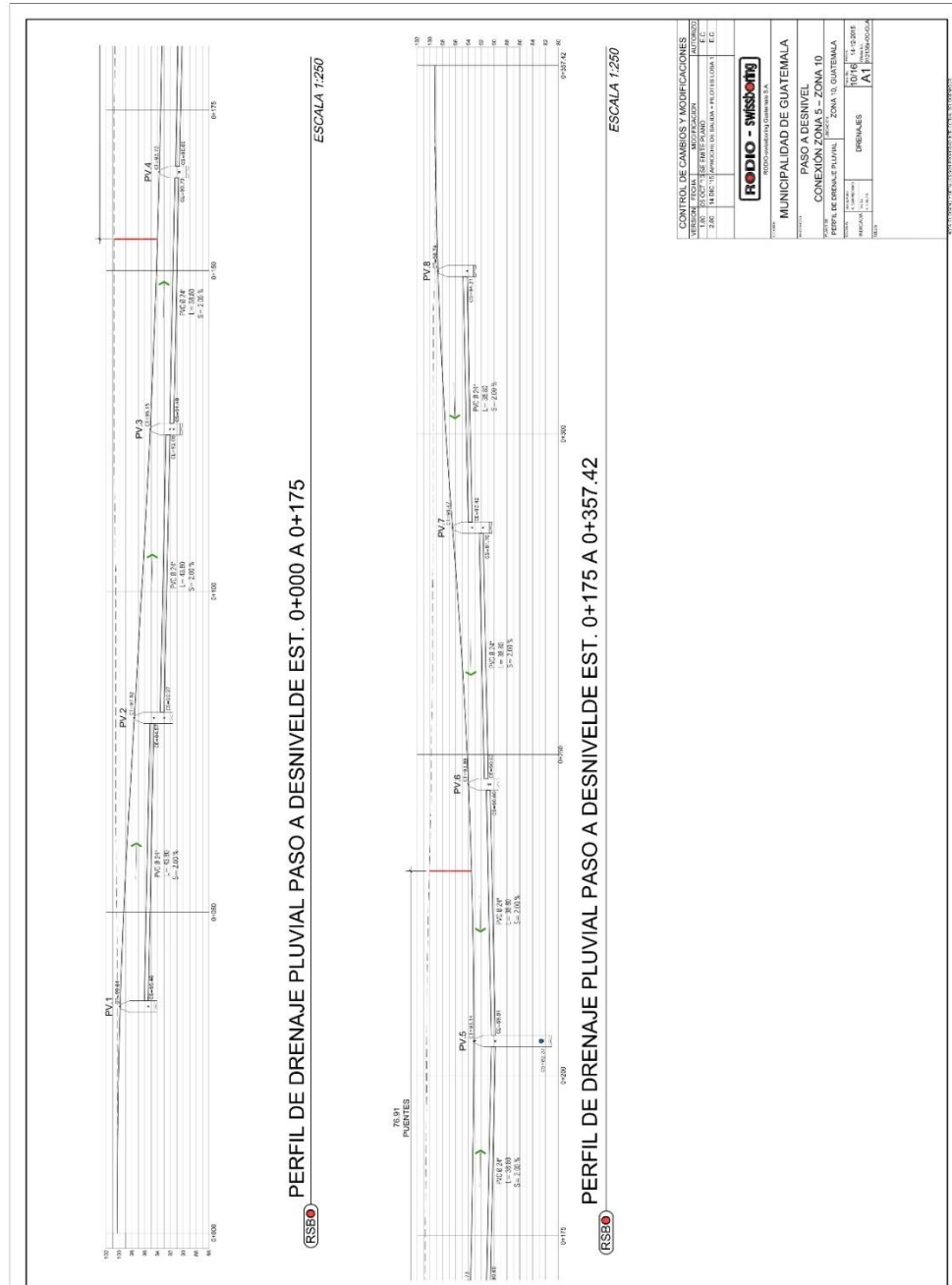
Figura 48. Paso a desnivel Guardia de Honor – Planta de drenaje pluvial



*Ver plano 7 del apéndice.

Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2019.

Figura 49. Paso a desnivel Guardia de Honor – Perfil de drenaje pluvial



*Ver plano 8 del apéndice.

Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2019.

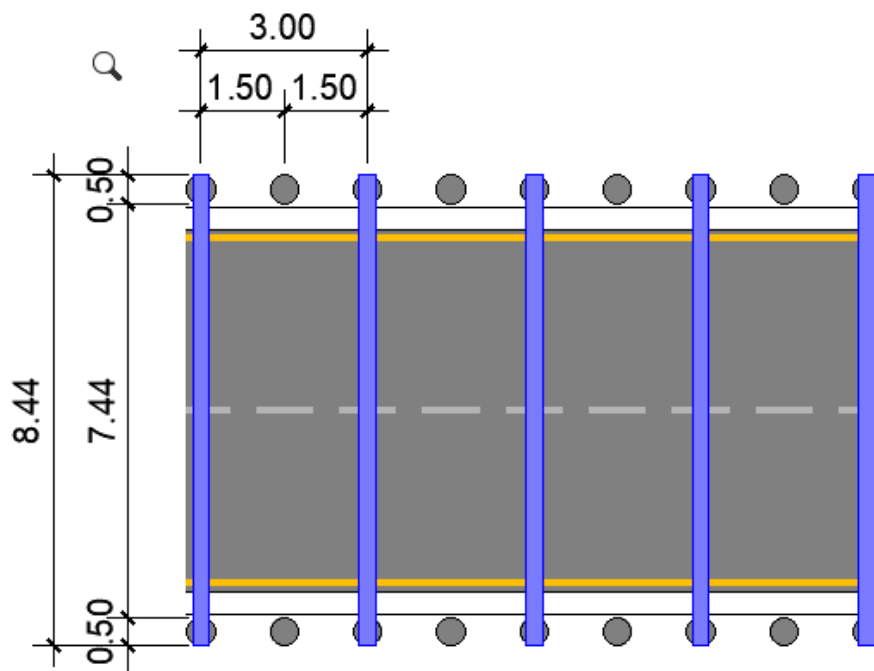
Se puede determinar de la información recibida, que los drenajes pluviales del Paso a Desnivel Guardia de Honor son evacuados por medio de un túnel profundo desde el punto más bajo del mismo hacia la 3era. Calle A, donde conecta con drenajes profundos existentes de la Municipalidad de Guatemala.

Debido a la profundidad del túnel de evacuación existente se considera factible poder conectar el drenaje del Distribuidor Vial en Intersección de Primera Calle y Sexta Avenida, Zona 10, Ciudad de Guatemala. Tal como se muestra en el plano presentado a continuación se puede mantener una pendiente del 2 % desde el punto más bajo del proyecto hacia el inicio del túnel de evacuación del Paso a Desnivel Guardia de Honor.

5.5. Predimensionamiento de puente

Ha sido necesario para poder optimizar el diseño geométrico vertical y para poder estimar el costo de la obra el poder pre - dimensionar el puente que se colocará en la intersección, el cual se detalla a continuación.

Figura 51. **Distribución de pilotes de cimentación y vigas**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2019.

5.5.1. Predimensionamiento de losa

El código ACI-318 entrega una tabla con alturas mínimas losas en una dirección no preesforzadas donde no es necesario chequear la deformación, siempre que los elementos estructurales no estén unidos a tabiques que puedan dañarse por deformaciones grandes.

Cuando estas alturas mínimas no se respeten se debe calcular la deformación de los elementos con métodos especiales.

Tabla VIII. **Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzadas**

Condición de apoyo	h mínimo ⁽¹⁾
Simplemente apoyadas	$\ell/20$
Un extremo continuo	$\ell/24$
Ambos extremos continuos	$\ell/28$
En voladizo	$\ell/10$

Fuente: American Concrete Institute. *Código 318-14*. p. 94.

- Definición de direcciones de losa:

Una losa requiere ser reforzada en 2 direcciones cuando:

- La relación $m = a/b > 0,5$
- Tiene 4 apoyos o 2 perpendiculares entre sí.

En nuestro caso la relación $m = \frac{3,00}{7,44}$ por lo que la losa se deberá reforzar trabajando en 1 dirección.

Para el proyecto desarrollado tomaremos la losa más crítica para determinar el espesor de éstas:

$$h = \frac{(3,00)}{20} = 0,15$$

El espesor de losa que obtuvimos es de 15 cm, por lo que nuestro espesor de losa para todas las áreas será de 15 cm.

5.5.2. Predimensionamiento de vigas

El código ACI contempla peraltes mínimos en vigas para una rigidez adecuada sin grandes deflexiones. Estos peraltes se muestran a continuación:

Tabla IX. **Peraltes mínimos según el ACI**

Condición de apoyo	Altura mínima, h ^[1]
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

Fuente: American Concrete Institute. *Código 318-14*. p. 133.

Otra alternativa desarrollada para predimensionar vigas rectangulares es la que da el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC), ha publicado en un libro titulado “Criterios para el Proyecto de Estructuras de Concreto”, donde considerando los criterios del Código ACI y otros, hace algunas recomendaciones que se pueden aplicar a Guatemala para efectos de predimensionamiento. Algunos de esos criterios son los siguientes:

- Si se tienen tableros mayores de 3,00 x 3,50 m², es conveniente peraltar las vigas entre $l/10$ y $l/15$ en la mayoría de los casos, se considera un peralte estándar de 30 cm y base de 15 cm.

- Si se trata de estructuras aporticadas, cuyas columnas son flexibles que el sistema de piso (rigidez menor), el peralte de vigas oscila entre $l/10$ y $l/15$ e incluso de mayor peralte.
- En voladizo, el peralte de vigas para el mismo tipo de las anteriores. $d = (\text{longitud libre del voladizo}) / 5$

Predimensionamiento con ACI

$$h = \frac{7,44}{16} = 0,465 \text{ m}$$

Predimensionamiento con IMCYC

Tomaremos el divisor menor debido a las cargas de tráfico a las que estará sometida la losa.

$$h = \frac{7,44}{10} = 0,744 \text{ m}$$

De los resultados anteriores tomaremos el mayor, 0,75 m, para garantizar que el peralte soporte cargas extremas. Ahora procedemos a determinar el ancho de nuestra viga:

Para la base podemos recurrir a las normas, en este caso usaremos como referencia el ACI 318-2014 (Norma para el diseño en Concreto Armado de los Estados Unidos).

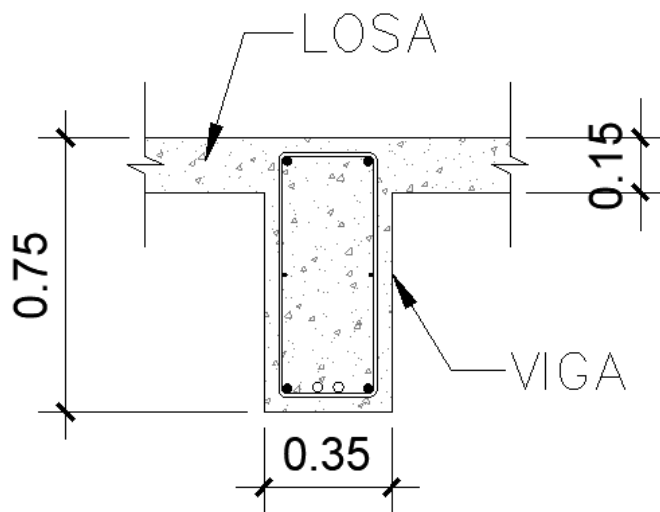
El ACI 318, nos dice que la base mínima de una viga en una zona no sísmica debe ser igual o mayor a 20 cm.

Y en su capítulo 18 (diseño sismorresistente) establece que la base mínima debe ser 30 cm (zona sísmica).

A de quedar claro que estos valores son sólo para vigas rectangulares, para viguetas de hormigón el procedimiento es diferente.

Por lo que tomaremos como base para nuestras vigas 35 cm.

Figura 52. **Predimensionamiento obtenido**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2019.

5.6. Presupuesto preliminar del proyecto propuesto

Con base en la topografía existente, el diseño geométrico vertical, el diseño geométrico horizontal y la planta de conjunto se ha podido realizar una cuantificación del proyecto; la cual junto a precios de mercado actual nos ha permitido tener un estimado del costo de ejecución del distribuidor vial.

Tabla X. Presupuesto del proyecto

Cuadro de precios y cantidades con materiales					
Proyecto: Paso a Desnivel Primera Calle y Sexta Avenida Zona 10, Guatemala					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
PASO A DESNIVEL					
1.00	Diseño PAD				
1.10	Levantado topográfico y libreta de campo	s,g,	1	Q 22 000,00	Q 22 000,00
1.20	Estudio hidrológico e hidráulico	ud	1	Q 35 000,00	Q 35 000,00
1.30	Diseño estructural PAD	ud	1	Q 60 000,00	Q 60 000,00
1.40	Diseño base y subrasante	ud	1	Q 25 000,00	Q 25 000,00
1.50	Diseño de protecciones	ud	1	Q 50 000,00	Q 50 000,00
1.60	Diseño estructural de pavimento	ud	1	Q 45 000,00	Q 45 000,00
1.70	Diseño de iluminación	ud	1	Q 40 000,00	Q 40 000,00
1.80	Estudio de impacto ambiental	ud	1	Q 75 000,00	Q 75 000,00
1.90	Movilización e instalaciones temporales de obra	s,g,	1	Q 125 000,00	Q 125 000,00
2.00	Movimiento de tierras				
2.10	Corte carga y acarreo de material	m3	7 928,75	Q 65,00	Q 515 368,75
2.20	Tratamiento de sub-rasante	m2	1 894,00	Q 55,00	Q 104 170,00
2.30	Tratamiento de base con material granular estabilizado con cemento	m3	378,8	Q 425,00	Q 160 990,00
2.40	Fundición de pavimento	m2	1 894,00	Q 645,00	Q 1 221 630,00
3.00	Obra gris				
3.10	Muro de suelo enclavado	m2	1 645,52	Q 1 680,00	Q 2 764 473,60
3.20	Muro de concreto lanzado	m2	526,74	Q 941,00	Q 495 662,34
4.00	Superestructura				
4.10	Pilotes de cimentación 500 mm de diámetro @ 1,50m entre centros	ml	437,5	Q 1 600,00	Q 700 000,00
4.20	Vigas y losa	m2	211,3	Q 2 100,00	Q 443 730,00
4.30	Guardallantas superiores e inferiores	ml	1 034,56	Q 840,00	Q 869 030,40
4.40	Barandal	ml	517,28	Q 940,00	Q 486 243,20
5.00	Iluminación				
5.10	Panel de control	s,g,	1	Q 35 000,00	Q 35 000,00
5.20	Iluminación PAD @ 10,00 m	ud	38	Q 7 000,00	Q 266 000,00
6.00	Drenajes				
6.10	Tubería de 24" eje primario (Central)	ml	180	Q 4 500,00	Q 810 000,00
6.20	Tubería de 18" eje secundario	ml	40	Q 3 500,00	Q 140 000,00
6.30	Pozos de conexión @ 30,00 m	ud	6	Q 8 000,00	Q 48 000,00
6.40	Cajas de tragantes dobles	ud	8	Q 4 500,00	Q 36 000,00
6.50	Túnel de conexión a PAD existente	ml	77	Q 4 000,00	Q 308 000,00
7.00	Señalización				
7.10	Señalización provisional para fases constructivas	s,g,	1	Q 250 000,00	Q 250 000,00
7.20	Línea termoplástica continua	ml	1 034,56	Q 25,00	Q 25 864,00
7.30	Línea termoplástica discontinua	ml	258,5	Q 25,00	Q 6 462,50
7.40	Vialetas	ud	431,02	Q 22,00	Q 9 482,44
7.50	Líneas logarítmicas para reducción de velocidad	ml	52	Q 38,00	Q 1 976,00
7.60	Flechas direccionales	ud	6	Q 250,00	Q 1 500,00
7.70	Señalización de velocidad	ud	6	Q 250,00	Q 1 500,00
7.80	Rotulación ingreso a PAD tipo puente	ud	2	Q 45 000,00	Q 90 000,00

Continuación de la tabla X.

7.00	Desvíos				
7.10	Rubro por desvíos para funcionalidad vial	s,g,	1	Q 120 000,00	Q 120 000,00
8.00	Empates con infraestructura existente				
8.10	Reparaciones entre unión PAD e infraestructura existente	m2	1	Q 60 000,00	Q 118 951,60
	Sub Total				Q 10 507 034,83
	IVA (12%)				Q 1 260 844,18
	Total				Q 11 767 879,01

* Los precios y cantidades en este cuadro son estimados.

Fuente: elaboración propia.

5.7. Cronograma de ejecución del distribuidor vial

Los cronogramas son herramientas sencillas y accesibles para fijar los tiempos de ejecución de las fases de un proyecto. Generalmente, se realizan durante la última etapa de la planificación de un proyecto, cuando ya se han definido elementos sustanciales como los objetivos que se pretenden alcanzar, los recursos a utilizar y los gastos iniciales.

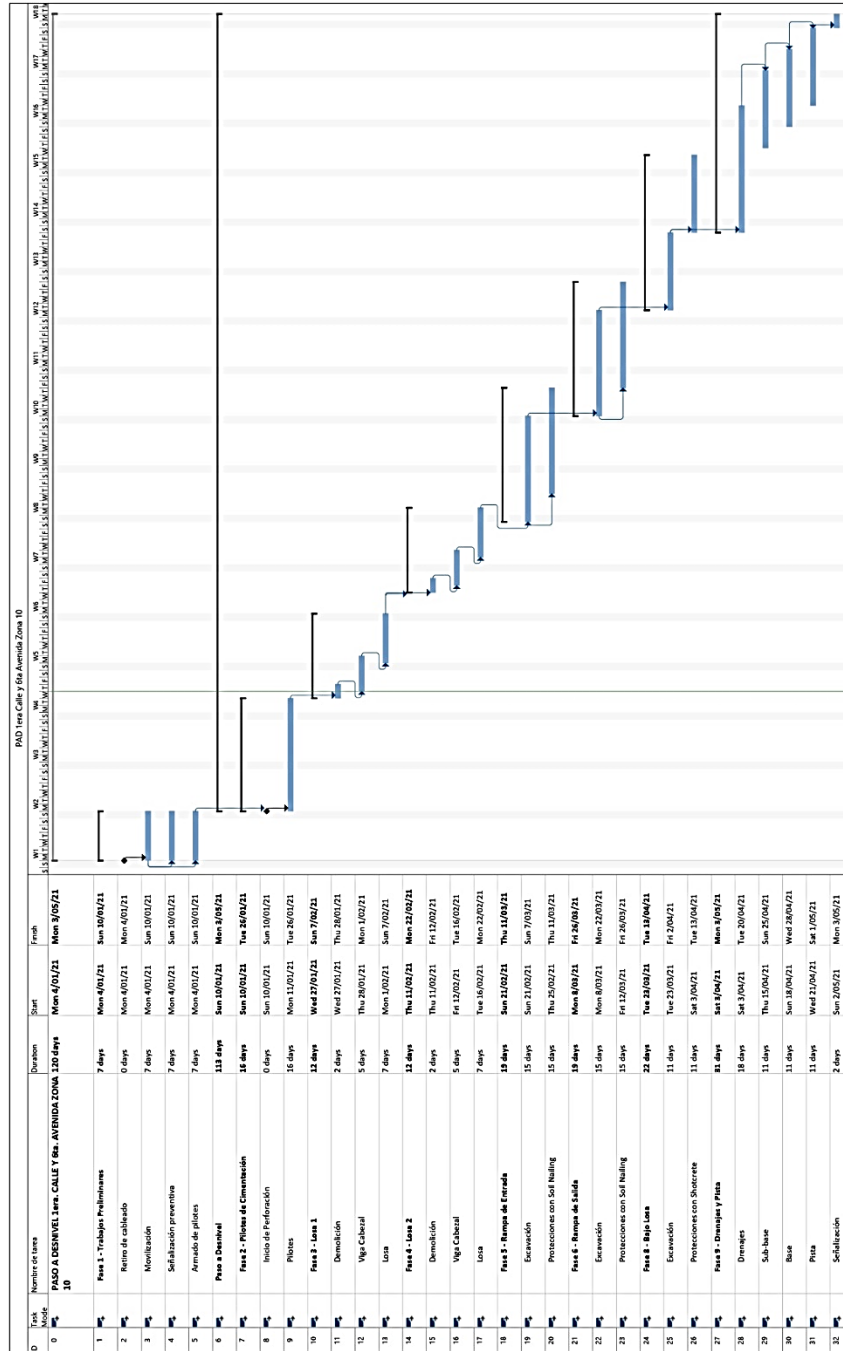
También puede ser definido como una suma de pequeñas metas a corto y mediano plazo, lo que favorece la gestión del empresario y le permite hacer una proyección razonable de los tiempos de consecución del proyecto. Si el plan es, en las fases iniciales del proceso, un conjunto de deseos casi siempre abstractos y poco definidos, el cronograma es la confirmación de esos deseos y su planificación en el tiempo.

No importa que un cronograma no se cumpla a rajatabla. De hecho, casi ninguno está elaborado con esa intención. Se trata de documentos orientativos, que guían la labor del directivo en esa fase inicial y que, por tanto, pueden sufrir cambios antes, durante o después de la ejecución de las tareas allí descritas.

De esta manera se presenta un cronograma orientativo del distribuidor vial el cual tiene un tiempo de ejecución de 120 días calendario, lo cual se apega a lo que se ha visto en los últimos proyectos de estas características.⁵⁴

⁵⁴ Retos directivos. *¿Conoces la importancia del cronograma de un proyecto?* <https://retos-directivos.eae.es/conoces-la-importancia-del-cronograma-de-un-proyecto/>. Consulta: 15 de enero de 2019.

Figura 53. Cronograma inicial – 1era Calle y 6ta Avenida Zona 10



Fuente: elaboración propia, empleando Project 2019.

5.8. Evaluación ambiental inicial (EAI)

Se utiliza para todo proyecto que se va a iniciar pero que por sus características es considerado de bajo impacto ambiental.

Tabla XI. Evaluación de impacto ambiental



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA ZONA 10</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p>	
<p>El proyecto "DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA ZONA 10" consiste en la construcción de un viaducto mediante una rampa que se deprime sobre la Sexta Avenida antes de la Primera Calle y retorna a nivel de calle delante de la Primera Calle sobre la 10^a Avenida; el cual permitirá la circulación vehicular continua, eliminando así la intersección semaforizada que funciona en la actualidad. Así mismo, el viaducto tendrá un ancho de pista de 7.20 metros sin incluir muros y guarda llantas y una altura libre de 5.50 metros.</p>	

Continuación de la tabla XI.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: A.1. Representante Legal: SR. RICARDO DE LA TORRE GIMENO / GERENTE MUNICIPAL A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): 1999 02259 0101</p> <p>B) De la empresa: Razón social: MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA Nombre Comercial: NO APLICA No. De Escritura Constitutiva: NO APLICA Fecha de constitución: NO APLICA Patente de Sociedad Registro No. NO APLICA Folio No. NO APLICA Libro No. NO APLICA</p> <p>Patente de Comercio Registro No. NO APLICA Folio No. NO APLICA Libro No. NO APLICA</p> <p>C) De la Propiedad: No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de El área donde se trabajará el distribuidor vial, la cual es una fracción de VÍA PÚBLICA dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>D) De la Empresa y/o persona individual: Número de Identificación Tributaria (NIT): 344102-4</p>			
INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN	
<p>I.3 Teléfono 2285-8046 Correo electrónico: oramirez@muniguate.com</p> <p>I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento) SEXTA AVENIDA Y PRIMERA CALLE ZONA 10, MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.</p> <p>Especificar Coordenadas Geográficas</p> <p style="text-align: center;"><i>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</i></p> <p>Latitud = 14° 36' 48" NORTE</p> <p>Longitud = 90° 30' 37" OESTE</p>			
<p>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento) VEINTIÚN CALLE SEIS GUION SETENTA Y SIETE ZONA UNO, DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.</p> <p>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo No Aplica</p>			
<p>II. INFORMACION GENERAL</p> <p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p>			

Continuación de la tabla XI.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar Campamento, limpieza de área, señalización preventiva, movimiento de postes, pilotes, construcción de superestructura, excavación de viaducto, drenajes, subrasante, base, pavimentación, aceras, guardallantas, señalización final. • Insumos necesarios Cemento, arena, piedrin, acero, lamina de acero, selecto, tubería Novafort 24", Tubería Novafort 18", perfiles metálicos. La calidad de los materiales debe cumplir con lo estipulado en las Especificaciones Generales de Construcción del paso a desnivel. • Maquinaria Camión de volteo, excavadora, rodo de compactación, compactadora tipo bailarina, cisterna, torre de iluminación, pilotera, perforadora de diámetro pequeño. • Otros de relevancia No aplica 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos El proyecto u obra vial contará con toda la infraestructura necesaria como iluminación, drenajes y facilidades peatonales para su buen funcionamiento, los cuales incluirán pista de circulación, acera, vados vehiculares, bordillos y rampas, señalización horizontal y vertical, jardinización. • Materia prima e insumos No se necesitan materias primas e insumos para su función, únicamente necesitará aplicar pintura de tráfico al momento que la misma ya no cumpla con la función. • Maquinaria No necesita • Productos y Subproductos (bienes y servicios) No se generan productos o subproductos, ya que su función es incrementar la capacidad vial del sector. • Horario de Trabajo El proyecto se encuentra en la vía pública por lo que tendrá un horario de 24 horas. • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre Debido a que es una obra de infraestructura vial, la misma no prevé ser abocanada.
<p>II.3 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____</p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: _____</p>		

Continuación de la tabla XI.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN																					
II.4 Actividades colindantes al proyecto: NORTE <u>VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)</u> SUR <u>VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)</u> ESTE <u>GUARDIA DE HONOR</u> OESTE <u>GUARDIA DE HONOR</u>																						
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th>DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)</td> <td>Norte</td> <td>Colindante</td> </tr> <tr> <td>VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)</td> <td>Sur</td> <td>Colindante</td> </tr> <tr> <td>GUARDIA DE HONOR</td> <td>Este</td> <td>10 metros</td> </tr> <tr> <td>GUARDIA DE HONOR</td> <td>Oeste</td> <td>10 metros</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)	Norte	Colindante	VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)	Sur	Colindante	GUARDIA DE HONOR	Este	10 metros	GUARDIA DE HONOR	Oeste	10 metros						
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																				
VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)	Norte	Colindante																				
VIALIDAD (SEXTA AVENIDA)	Sur	Colindante																				
GUARDIA DE HONOR	Este	10 metros																				
GUARDIA DE HONOR	Oeste	10 metros																				
II.5 Dirección del viento: En el municipio de Guatemala el viento es suroeste																						
II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación (X) b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()																						
Detalle la información El área del proyecto se encuentra a cercanías de Campo Marte, zona en la cual durante la época de invierno se ha presentado colapso parcial de la red de drenajes por las fuertes lluvias. Sin embargo, a la actualidad las inundaciones presentes en la zona no han llegado a afectar específicamente la zona donde se desarrollará el proyecto.																						
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna (X) Mixta () Horas Extras Horario diurno (7:00 a 18:00 horas) Horario Nocturno (20:00 a 04:00) de ser necesario																						
b) Número de empleados por jornada <u>40</u> Total empleados <u>80</u>																						
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...																						



Continuación de la tabla XI.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

INSTRUCCIONES					PARA USO INTERNO DEL MARN		
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	No					
	Pozo	No					
	Agua especial	Si	8 litros/día	Empresa privada	Consumo humano	Traslado en camión repartidor	Estante en campamento
	Superficial	No					
	Otro	Si	250 litros/día	Empresa privada	Limpieza de equipos	Traslado en camión cisterna	Depósitos plásticos
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	Si	10 gal/día	Empresa privada	Maquinaria y vehiculos		Bodega de combustible
	Diesel	Si	50 gal/día	Empresa privada	Maquinaria		Bodega de combustible
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	1 gal/día	Empresa privada	Maquinaria		Bodega de químicos
	No solubles	Si	1 gal/día	Empresa privada	Maquinaria		Bodega de químicos
Refrigerantes							
Otros	Aditivos de concreto	Si	2 gal/día	Empresa privada	Concreto de obra		Bodega de químicos
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p> <p>III. IMPACTO AL AIRE</p>							

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gov.gt

Síguenos en:



Continuación de la tabla XI.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

<p>GASES Y PARTICULAS</p> <p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Construcción: Generación de polvo por el traslado de materiales y suelo. Operación: Generación de humo y gases a la atmosfera por el tránsito de paso.</p> <p>MITIGACION</p> <p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>Construcción: Se humedecerá el suelo y se tapanán con lona los camiones para traslados. Operación: La generación de humo y gases por la combustión de motores esta fuera del alcance del proyecto. Sin embargo, al incrementar la capacidad vial del sector se disminuirá la generación de los mismos.</p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RUIDO Y VIBRACIONES</p> <p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>Construcción: Generación de ruido por el traslado de materiales, suelo y procesos constructivos. Operación: Generación de ruido por el flujo vehicular de paso.</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehiculos, etc.)</p> <p>Construcción: Campamento, zonas de armado, en la maquinaria y en el recorrido de los camiones. Operación: En el área de influencia del proyecto.</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Construcción: La empresa se deberá regir a los horarios establecidos de las jornadas de trabajo. Adicional, se deberá realizar mediciones de sonido en las distintas áreas de obra para determinar las zonas donde es necesario el uso de equipo de protección auditiva. Operación: El ruido ocasionado por los motores de los vehículos de paso esta fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, al incrementar la capacidad vial del sector disminuye la generación de los mismos.</p>	
<p>OLORES</p> <p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p>No Aplica</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p>No Aplica</p>	
<p>IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</p> <p>AGUAS RESIDUALES</p>	

Continuación de la tabla XI.



FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) <u>Mezcla</u> de las anteriores d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado Ordinarias, las aguas residuales serán almacenadas en el campamento.</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios Construcción: Se rentarán ocho sanitarios móviles a una empresa autorizada la cual será la encargada de la limpieza, mantenimiento y disposición de lodos. Operación: No serán necesarios.</p>	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.</p> <p>Fase de Construcción: En la fase de construcción se pretende generar aguas de tipo residuales primordialmente, pero se contratará el servicio de sanitarios portátiles, con los cuales se establece que la empresa que brinde el servicio será la encargada del correcto tratamiento y disposición de las aguas generadas. Se estima un caudal de aguas residuales ordinarias de 10 lts/seg. Fase de Operación: No se tiene contemplado la generación de aguas residuales por parte de las actividades del proyecto.</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior No aplica.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 <u>Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</u></p> <p>Fase de Construcción: No Aplica. Fase de Operación: Red de alcantarillado pluvial interno del viaducto, conectado a red de alcantarillado existente.</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	

Continuación de la tabla XI.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

<p>DESECHOS SÓLIDOS VOLUMEN DE DESECHOS</p> <p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p> <p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.): Basura común y desechos de construcción</p> <p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad? No existen productos peligrosos</p> <p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado Clasificación de plástico y disposición del mismo.</p> <p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado Basura común: Llegan camiones recolectores de desechos sólidos hacia el vertedero municipal, autorizado por la Municipalidad de Guatemala. Desechos constructivos: Llegan camiones de desechos sólidos constructivos y se dirigen hacia el vertedero municipal.</p> <p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero? La venta de comida durante la construcción se realiza con platos y cubiertos plásticos no desechables o se utilizan de material degradable.</p> <p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos) Vertedero municipal, autorizado por la Municipalidad de Guatemala.</p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</p> <p>CONSUMO</p> <p>VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) En el campamento se tendrá un consumo de 75 KWH a 220 KWH durante dure la construcción del proyecto.</p> <p>VI. 2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público X</p> <p>b) Sistema privado</p> <p>c) generación propia</p> <p>VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <u>X</u></p> <p>VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Usar bombillas ahorradoras para el campamento.</p>	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gov.gt

Síguenos en:



Continuación de la tabla XI.



FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
<p>VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bosques - Animales - Otros <hr/> <p>—</p> <p>Especificar información No aplica, debido a que el proyecto se encuentra en un área urbana.</p>	
<p>VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? NO</p>	
<p>VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? Zona urbana</p>	
VIII. TRANSPORTE	
<p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Número de vehículos Se estima un promedio de 20 vehículos a utilizar para la construcción de la obra. b) Tipo de vehículo Camión de volteo, sedán y camión tipo plataforma. c) sitio para estacionamiento y área que ocupa Se estacionarán en área designada de parqueo. d) Horario de circulación vehicular A toda hora a excepción de horarios de restricción de la ciudad de Guatemala. e) Vías alternas Debido a la localización céntrica del proyecto no se cuenta con vías alternas. 	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
<p>IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? NO</p>	
INSTRUCCIONES	
PARA USO INTERNO DEL MARN	
RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES	
<p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____ b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____ c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____ <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada No existen recursos arqueológicos en el sector.</p>	

Continuación de la tabla XI.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)</p> <p>IX.4. Qué tipo de molestias?</p> <p>IX.5. Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p>
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué? No, debido a que se está proponiendo un paso a desnivel subterráneo y no aéreo.</p>
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas: Las actividades constructivas a ejecutarse no representan riesgo al peatón que circule por la zona.</p>
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Cada actividad que se realice durante la obra debe estar plasmada en la matriz de riesgos, en la cual adicional a describir cada una de las actividades debe describir los riesgos de la misma y las acciones para mitigar cada uno de ellos.</p>

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Fuente: elaboración propia, empleando formulario obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

CONCLUSIONES

1. Se ha concebido el diseño geométrico para un distribuidor vial en la intersección de primera calle y sexta avenida, zona 10. En el cual, con base a los conteos vehiculares, los cuales indican que hay un mayor flujo vehicular proveniente de Campo Marte que de Zona 1; se plantea deprimir dos carriles provenientes de zona 1 hacia zona 10 en una longitud de 258.40 metros y dejar a nivel existente sin semáforos los carriles provenientes de Campo Marte hacia Avenida Reforma y hacia Zona 10.

2. Se ha podido determinar el Transito Promedio Diario y los sentidos del mismo en la 1era. Calle y 6ta. Avenida de zona 10, debido a una medición vehicular realizada del 28 de septiembre del 2,019 al 4 de octubre del 2,019 obteniendo los siguientes resultados:
 - De Campo Marte hacia Avenida Reforma T.P.D. 21,095
 - De Campo Marte hacia Zona 10 T.P.D. 14,380
 - De Zona 1 hacia Zona 10 T.P.D. 11,568
 - De Zona 1 hacia Avenida Reforma T.P.D. 7,548

3. Se ha diseñado un alineamiento vertical y horizontal el cual se rige bajo la normativa de AASHTO 2011, considerando los siguientes parámetros: Radios de curvas mínimos de 22,00 m, velocidad de diseño de 30 km/h, Curvas verticales por parábolas simétricas, valores K mínimos, peraltes máximos de 4 %, altura libre de 5,50 m, pendientes de entrada y salida menores a 10 %.

4. Se ha podido determinar en la planificación preliminar del proyecto que el mismo se podría realizar con un presupuesto de aproximadamente Once millones setecientos sesenta y siete mil ochocientos setenta y nueve quetzales exactos (Q 11 767 879,00). Adicional, se ha podido establecer que el proyecto se pueda realizar en un plazo de 120 días calendario. Ambos parámetros sin considerar intervenciones en los alrededores del paso a desnivel y sin movilizaciones de estructuras subterráneas o aéreas que puedan perjudicar los trabajos.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el desempeño del distribuidor vial en la intersección de primera calle y sexta avenida, zona 10, Ciudad de Guatemala con el Master Plan que pueda tener la Municipalidad de Guatemala en la zona para evitar interferencias o criterios contrarios en el corredor.
2. Iniciar al momento de gestionar la realización del proyecto se puedan actualizar los conteos vehiculares en la intersección para validar que los flujos vehiculares se mantienen bajo el mismo orden.
3. Aprobar el proyecto para que se valide nuevamente la altura mínima de pista a la súper estructura, la cual actualmente tiene 5,50 m, para corroborar que no exista el paso de un nuevo transporte por la zona el cual tenga solicitudes mayores de altura.
4. Antes de aprobar el proyecto se realice una actualización de precios unitarios para validar el monto preliminar, ya que pueden existir incrementos en mano de obra, combustible, materia prima, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUDELO, John. *Diseño geométrico de vías*. [en línea]. <<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>>. [Consulta: 14 de octubre de 2018].
2. American Concrete Institute. *Código 318-14*. Miami, Florida, USA: Comité ACI, 2014. 680 p.
3. ARICARI, Gil. *Planos de Ingeniería Civil*. [en línea]. <<https://www.monografias.com/docs113/planos-ingenieria-civil/planos-ingenieria-civil.shtml>>. [Consulta: 20 de octubre de 2018].
4. CABANZA. Carlos. *Volumen de tránsito*. [en línea]. <<https://www.academia.edu/RegisterToDownload#Papers>>. [Consulta: 11 de octubre de 2018].
5. Canariasenmoto. *La historia de la motocicleta, un resumen de imágenes*. [en línea]. <<http://www.canariasenmoto.com/noticias/la-historia-de-la-motocicleta-un-resumen-en-imagenes.html>>. [Consulta: 20 de octubre de 2018].

6. CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. [en línea]. <<https://doblevia.wordpress.com/2007/03/19/curvas-circulares-simples>>. [Consulta: 14 de octubre de 2018].
7. ClasificaciónDe. *Clasificación de carreteras*. [en línea]. <<http://www.clasificacionde.org/clasificacion-de-carreteras/>>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].
8. Constitución Política de la República De Guatemala. *Decreto número 132-96*. [en línea]. <<https://maycom.com.gt/wp-content/uploads/2013/12/leydetransito.pdf>>. [Consulta: 26 de noviembre de 2018].
9. Cultura Petenera y más. *Municipio de Guatemala*. <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/10/23/municipio-de-guatemala/> [Consulta: 10 de octubre de 2018].
10. Defición ABC. *Definición de señal de tránsito*. [en línea]. <<https://www.definicionabc.com/general/senal-de-transito.php>>. [Consulta: 15 de octubre de 2018].
11. Definición.DE. *Definición de vía*. [en línea]. <<http://definicion.de/via/>>. [Consulta: 26 de noviembre de 2018].
12. Definicionyque.es. *Definición y que es vehículo*. [en línea]. <https://definicionyque.es/vehiculo/>. [Consulta: 20 de octubre de 2018].

13. Desastres. *Topografía de la zona metropolitana de Guatemala*. [en línea]. <<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0196/doc0196-parte03.pdf>>. [Consulta: 09 de octubre de 2018].
14. DÍAZ, Patricia. *Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concretos reforzado en Colombia*. [en línea]. <<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12694/DiazBarreiroPatricia2014.pdf;sequence=1>>. [Consulta: 15 de enero de 2019].
15. ENCARNACIÓN, Ana Larielys; et.el. *Ingeniería de tránsito*. [en línea]. <<http://ingenieriadetransitouasd.blogspot.com/2012/10/el-vehiculo.html>>. [Consulta: el 10 de octubre de 2018].
16. FERNÁNDEZ, Damián. *Diseño y cálculo de curvas horizontales*. [en línea]. <<https://trazado2trelew.files.wordpress.com/2016/04/disec3b1o-y-cc3a1lculo-de-curvas-horizontales1.pdf>>. [Consulta: 18 de noviembre de 2018].
17. FERNÁNDEZ, Rodolfo. *Diseño de la carretera aldea El Rodeo – Plan Redondo, Municipio San José La Arada, Departamento de Chiquimula*. [en línea]. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2649_C.pdf>. [Consulta: 15 de enero de 2019].
18. FERNÁNDEZ, Rodrigo; VALENZUELA, Eduardo. *Diagnóstico y diseño de facilidades al transporte público*. [en línea]. <https://www.cec.uchile.cl/~ci53g/apuntes_diagnostico_diseno_facilidades.pdf>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].

19. GALDÁMEZ, Eduardo. *Apertura de carretera de terracería de la Aldea Chininshac hacia El Cantón Villa Flor pasando por la Aldea Chinisaac y Cantones vecinos incluyendo el diseño de un puente en su recorrido de la jurisdicción de Tacaná, San Marcos*. [en línea]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/801/1/08_3678_C.pdf>. [Consulta: 15 de octubre de 2018].
20. GARCÍA, Jaime; MARTÍNEZ, Josué. *Cálculo integral*. [en línea]. <<http://aguilarserrano.blogspot.com/2011/06/32-longitud-de-curvas.html>>. [Consulta: 15 de octubre de 2018].
21. GONZÁLEZ, Byron. *Propuesta de paso a desnivel de la Parroquia zona 6*. Trabajo de graduación de Ing Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1996. 103 p.
22. GONZÁLEZ, Luis. *Características de los elementos del tránsito*. [en línea]. <<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/11155/Capitulo2.pdf>>. [Consulta: 10 de octubre de 2018].
23. Instituto Nacional de Vías. *Intersecciones a nivel y desnivel*. [en línea]. <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Documentos_Publicos/Facultades/FIC/IngCivil/Manual_de_Dise%C3%B1o_%20Geometrico_INV-2008/Geometrico/Capitulo%206.pdf>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].
24. Instituto Nacional de Vías.. *Manual de diseño geométrico de carreteras*. [en línea]. <<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>>. [Consulta: 15 de octubre de 2018].

25. KWEI, Ivon. *Departamento de Guatemala*. [en línea]. <<https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/departamento-de-guatemala/>>. [Consulta: 10 de octubre de 2018].
26. MARROQUÍN, Cadmon. *Hay 3.54 millones de vehículos en el país*. [en línea]. <<https://republica.gt/2018/02/23/hay-3-54-millones-de-vehiculos-en-el-pais/>>. [Consulta: 20 de octubre de 2018].
27. MARTÍNEZ, Javier. *Metodología de investigación para la caracterización de corredores urbanos*. [en línea]. <<http://psicolatina.org/10/corredores.html>>. [Consulta: 11 de octubre de 2018].
28. MÉNDEZ, Douglas. *Maestría en vías terrestres*. [en línea]. <<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/velocidad-ingenieria-de-transito.pdf>>. [Consulta: 11 de octubre de 2018].
29. Ministerio de Transporte e Infraestructura. *Revista conteos de tráfico año 2007: Sistema de administración de pavimentos*. [en línea]. <<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/anuario-2007.pdf>>. [Consulta: 14 de octubre de 2018].
30. Monografías Plus. *Clasificación de las vías*. [en línea]. <<http://www.monografias.com/docs/clasificacion-de-las-vias-FKYG5CTFC8U2Z>>. [Consulta: 11 de octubre de 2018].

31. MORALES, Gabriel. *Ampliación y mejoramiento de la carretera de la Aldea Cajón del Río e Introducción y Ampliación del Sistema de Agua Potable, para la Cabecera del Municipio de Camotán, Departamento de Chiquimula.* [en línea]. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2855_C.pdf>. [Consulta: 15 de octubre de 2018].
32. MORALES, Jessica. *Métodos de conteo.* [en línea]. <<http://es.slideshare.net/JessicaBeln/mtodos-de-conteo-71864116>>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].
33. MORALES, Luis. *Curvas verticales (Caminos).* [en línea]. <<https://es.slideshare.net/LuisMorales94/curvas-verticales-caminos>>. [Consulta: 15 de octubre de 2018].
34. MORÁN, Julio. *Diseño geométrico y estructural de pavimento rígido para el camino caserío vasconcelos, Cantón Xajaxac - Caserío El Triunfo, Cantón Pujujil II, Municipio de Sololá, Departamento de Sololá.* [en línea]. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3577_C.pdf>. [Consulta: 15 de noviembre de 2018].
35. MORATAYA, Eddy. *Ciudad de Guatemala.* [en línea]. <https://desarrollourbanoyterritorial.duot.upc.edu/sites/default/files/Encuesta%20CIMES_Ciudad%20de%20Guatemala_Morataya_M DUT%202011.pdf>. [Consulta: 09 de octubre de 2018].

36. NAVARIJO, Karina. *Diseño de un modelo para el sistema de registro de volúmenes de tránsito vehicular en Guatemala*. [en línea]. <<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5121/1/Karina%20Lisbeth%20Navarajo%20Zabala.pdf>>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].
37. PEÑA, Herlisseth. *Ingeniería de tránsito*. [en línea]. <<https://es.slideshare.net/herlissethsaia/ingenieria-de-transito-59141921>>. [Consulta: 10 de octubre de 2018].
38. Publinews. *Guatemala es el país más motorizado de Centroamérica*. [en línea]. <<https://www.publinews.gt/gt/guatemala/2015/02/22/guatemala-pais-mas-e2809cmotorizadoe2809dcentroamerica.html>>. [Consulta: 20 de octubre de 2018].
39. Publinews. *Transmetro cumple ocho años sirviendo a 625 millones de usuarios*. [en línea]. <<https://www.publinews.gt/gt/guatemala/2015/02/04/transmetro-cumple-ocho-anos-sirviendo-625-millones-usuarios.html>>. [Consulta: 20 de octubre de 2018].
40. RASHJAL, Carlos. *El subsidio al transporte urbano y su efecto económico en los usuarios de una ruta en la ciudad de Guatemala*. [en línea]. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4978.pdf>. [Consulta: 24 de octubre de 2018].
41. Retos directivos. *¿Conoces la importancia del cronograma de un proyecto?* <https://retos-directivos.eae.es/conoces-la-importancia-del-cronograma-de-un-proyecto/>. [Consulta: 15 de enero de 2019].

42. VADILLO, Juan Carlos. *Explotación, conservación y mantenimiento de las estaciones de aforo de vehículos, en la red de carreteras de la comunidad Autónoma de Galicia*. [en línea]. <http://jcvadillom.blogspot.com/2013/10/explotacion-conservacion-y_8.html>. [Consulta: 14 de octubre de 2018].
43. Valdez, María Fernanda. *Planificación de un puente (paso a desnivel) para el reordenamiento vehicular en la 14 avenida y Calzada Roosevelt, de la ciudad de Guatemala*. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. 187 p.
44. VALDIVIA, Pedro. *Métodos de conteo*. [en línea]. <<http://es.scribd.com/doc/59602782/Metodos-de-conteo>>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].
45. VALLADARES, Jorge Félix. *Guía teórica práctica del curso de vías terrestres 1*. Guatemala: Facultad de Ingeniería, 2000. 120 p.
46. VELÁSQUEZ, Luis. *Evaluación del efecto de las sobre cargas del transporte pesado en la pérdida de serviciabilidad de las estructuras de Pavimento, por medio de los factores equivalentes de carga por tipo de eje*. [en línea]. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0545_MT.pdf>. [Consulta: 12 de octubre de 2018].
47. Weather Spark. *El clima promedio en ciudad de Guatemala*. [en línea]. <<https://es.weatherspark.com/y/11693/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>>. [Consulta: 09 de octubre de 2018].

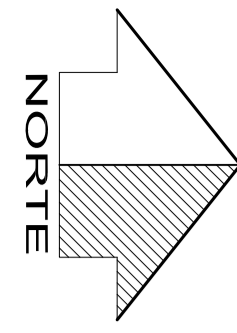
48. Wikiguate. *Guatemala (departamentos)*. [en línea]. <<https://wikiguate.com.gt/guatemala-departamento/>>. [Consulta: 02 de octubre de 2018].

APÉNDICE

Apéndice 1. **Planos del diseño geométrico de distribuidor vial en intersección de primera calle y sexta avenida, zona 10, ciudad de Guatemala.**

1. Plano de topografía
2. Diseño geométrico horizontal
3. Diseño geométrico vertical
4. Planta de conjunto
5. Secciones transversales
6. Prefactibilidad de conexión de drenajes
7. Paso a desnivel guardia de honor – Planta de drenaje pluvial
8. Paso a desnivel guardia de honor – Perfil de drenaje pluvial
9. Cronograma inicial – 1era Calle y 6ta avenida zona 10

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2019.



TOPOGRAFÍA GENERAL
DISTRIBUIDOR VIAL

ESCALA: (1:250)

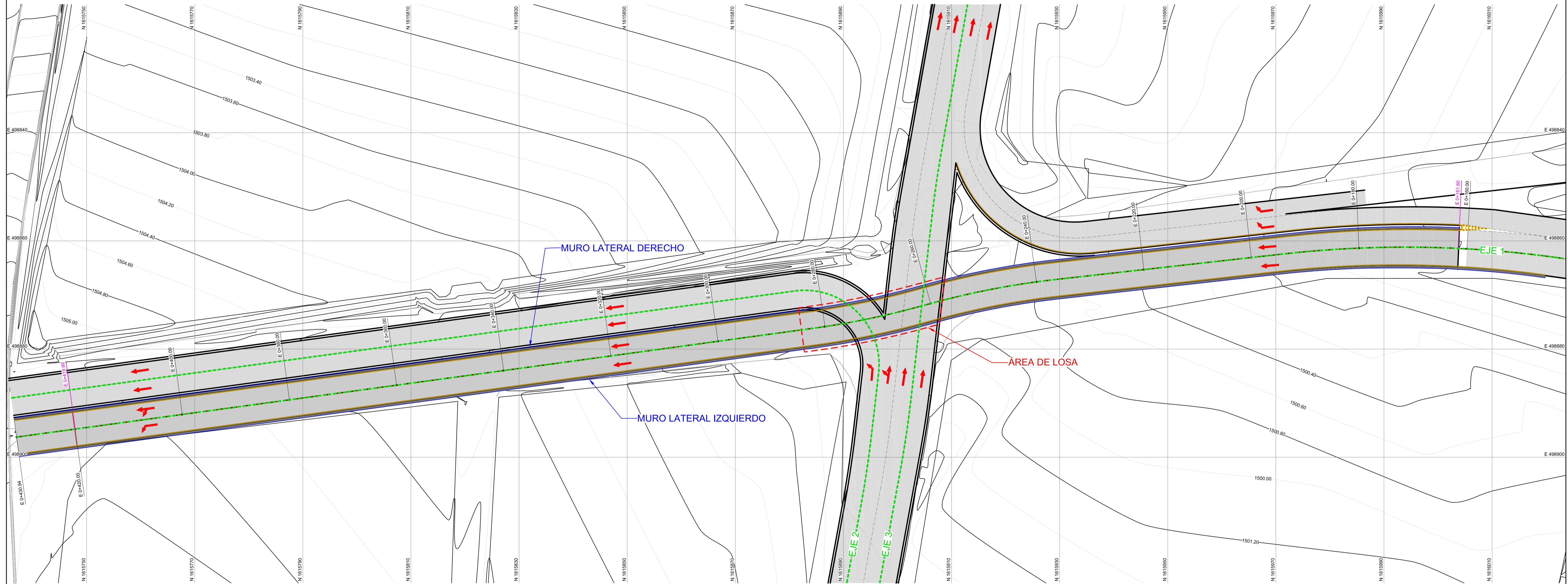
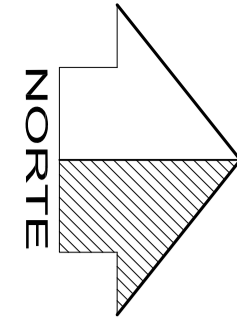
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO:
DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y
SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA

PLANO DE: TOPOGRAFIA UBICACION: 1era. CALLE y 6ta. AVENIDA,
ZONA 10, GUATEMALA

ESCALA:	DIBUJADO:	Plano No.:
INDICADA	E. CUFUENTES	01/06
	Voas:	FECHA:
	E. CUFUENTES	27-11-2020

SELLO:



DISEÑO GEOMETRICO HORIZONTAL

ESCALA: (1:250)

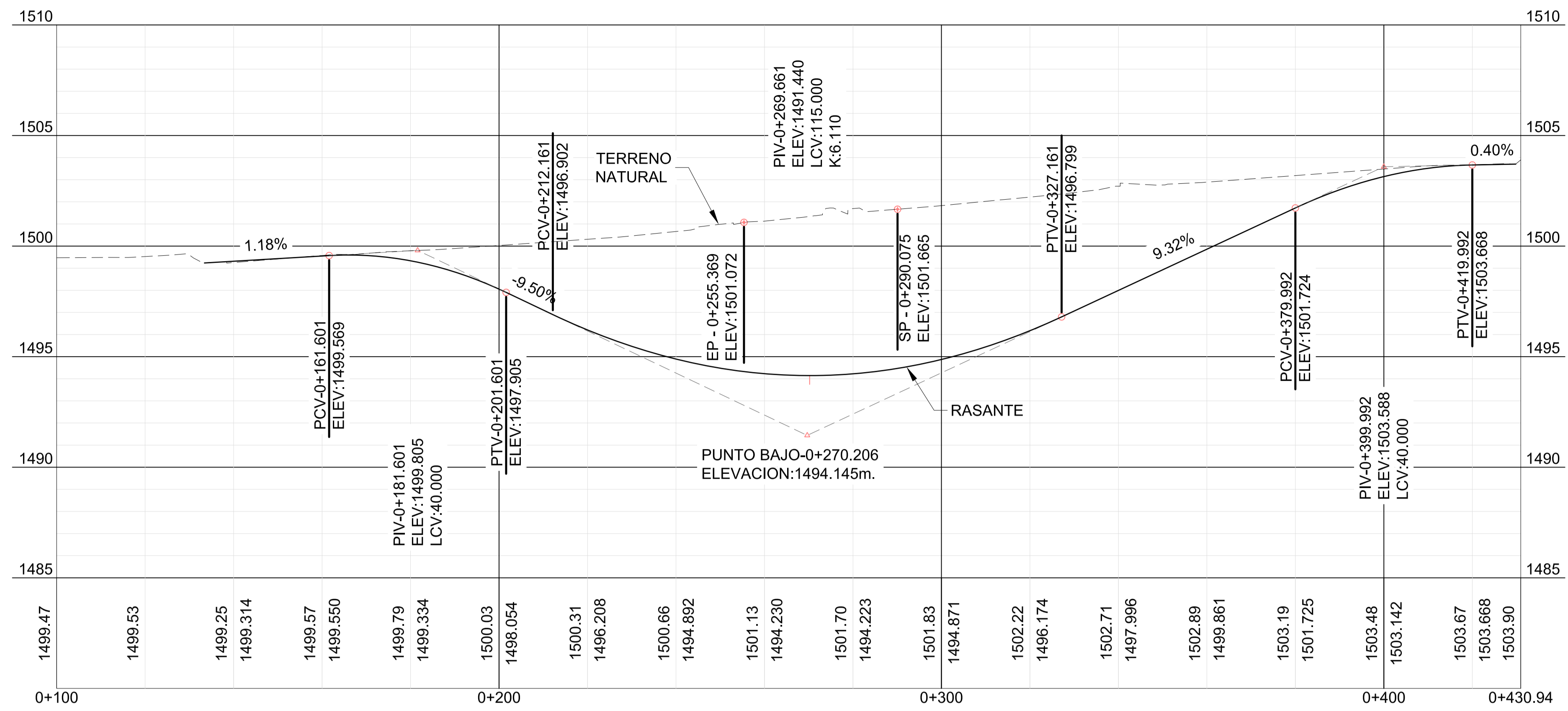
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO:
DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y
SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA

PLANO DE: GEOMETRÍA UBICACIÓN: 1era. CALLE y 6ta. AVENIDA,
ZONA 10, GUATEMALA

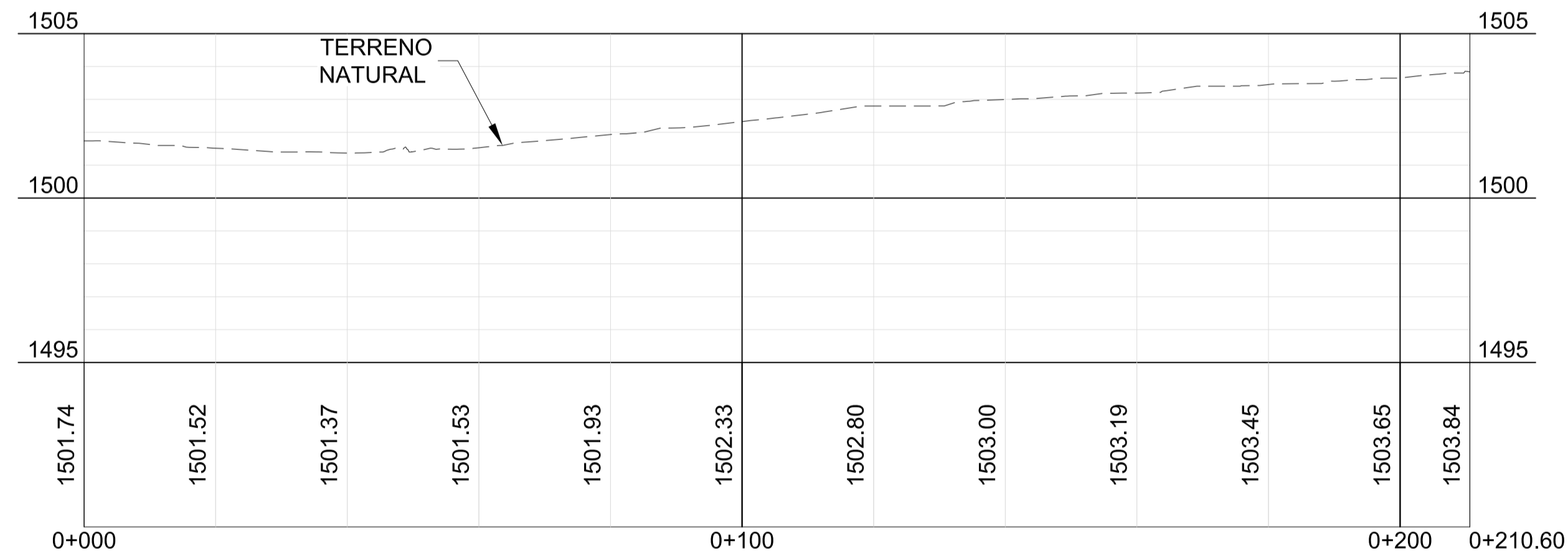
ESCALA: INDICADA	DIBUJADO: E. CUPUENTES VIALBI: E. CUPUENTES	DISEÑO GEOMETRICO HORIZONTAL	Plano No.: 02/06 FECHA: 27-11-2020
---------------------	--	---------------------------------	---

SELLO:



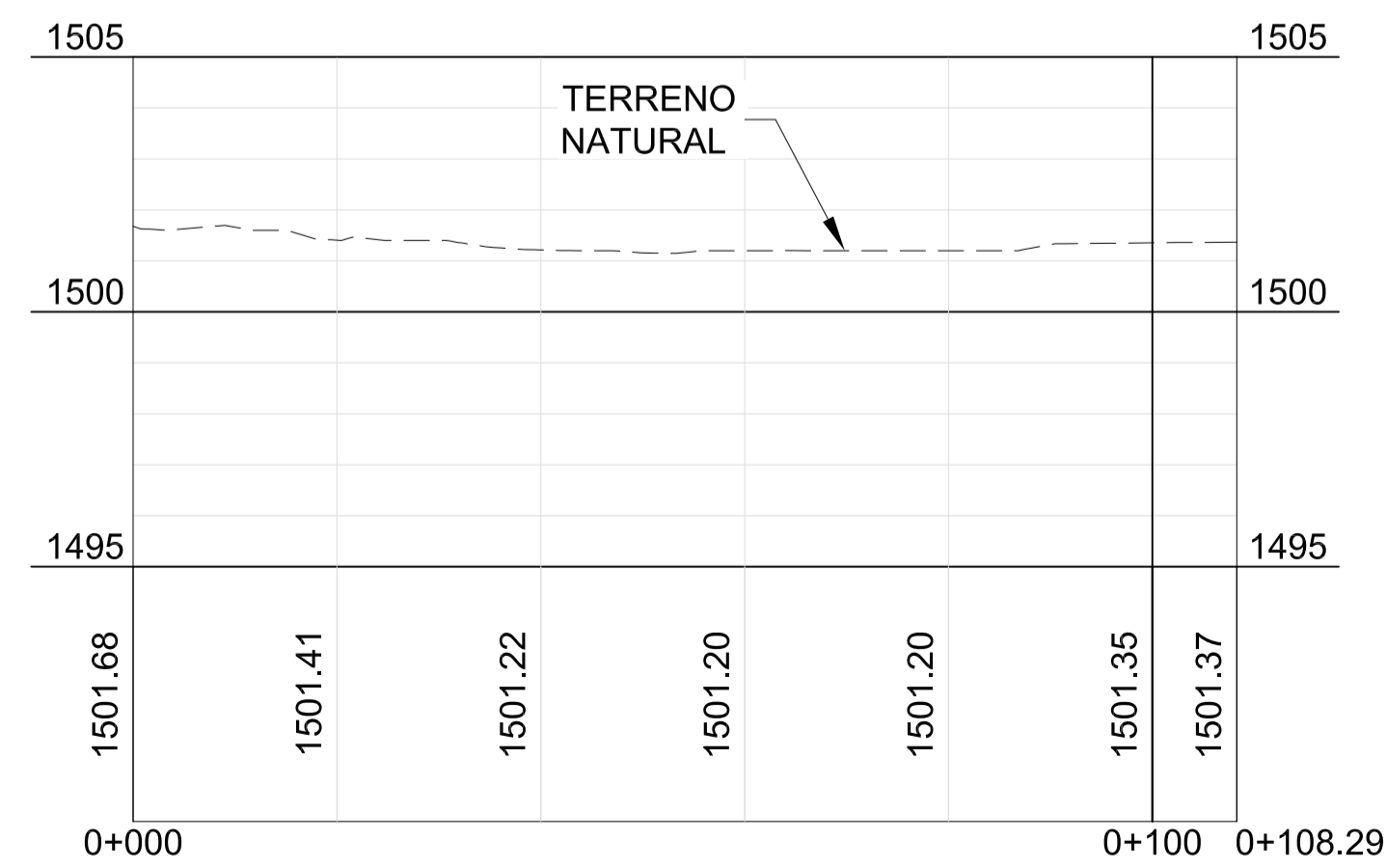
EJE 1 - DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL

ESCALA H: (1:500)
ESCALA V: (1:100)



EJE 2 - DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL

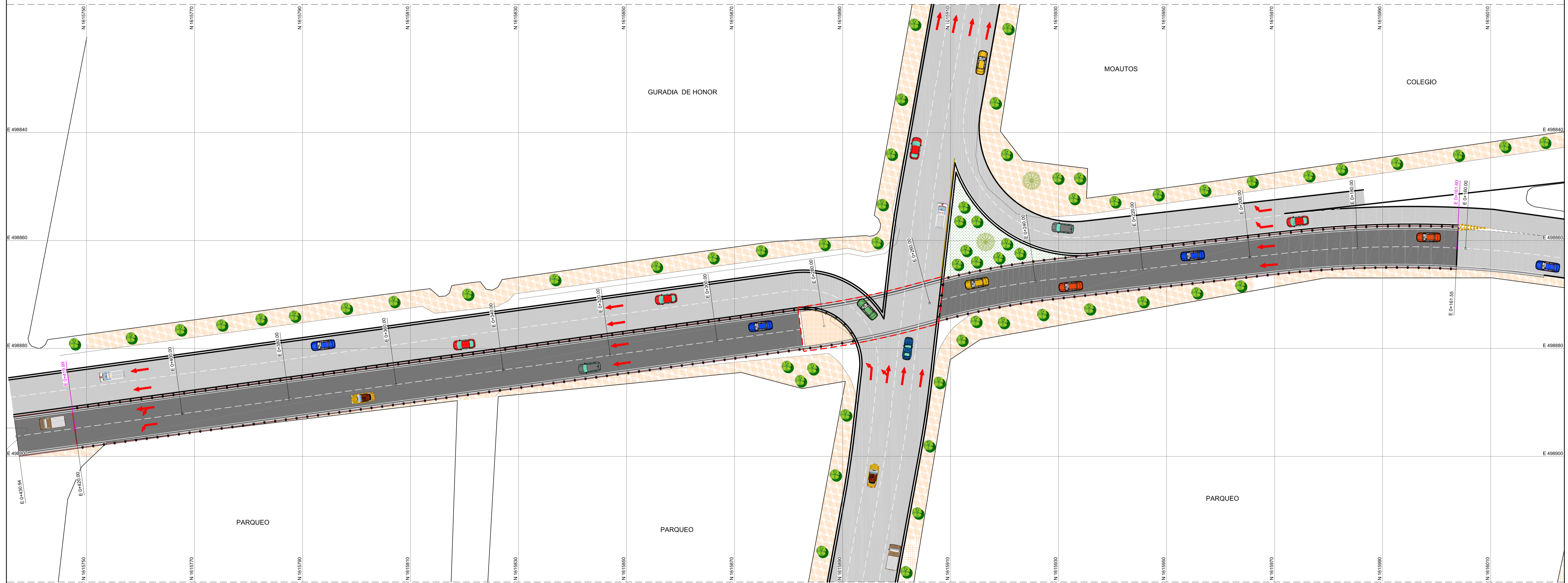
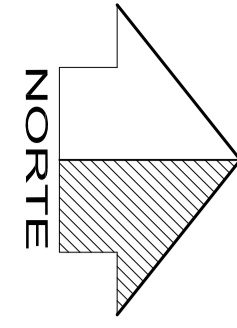
ESCALA H: (1:500)
ESCALA V: (1:100)



EJE 3 - DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL

ESCALA H: (1:500)
ESCALA V: (1:100)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA			
PLANO DE: GEOMETRÍA		UBICACION: 1era. CALLE y 6ta. AVENIDA, ZONA 10, GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	DIBUJADO: E. CUFUENTES Y S. CUFUENTES	DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL	Plano No.: 03/06 FECHA: 27-11-2020
SELLO:			



PLANTA ARQUITECTONICA DISTRIBUIDOR VIAL

ESCALA: (1:250)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO:
DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y
SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA

PLANO DE: PLANTA ARQUITECTONICA UBICACION: 1era. CALLE y 6ta. AVENIDA,
ZONA 10, GUATEMALA

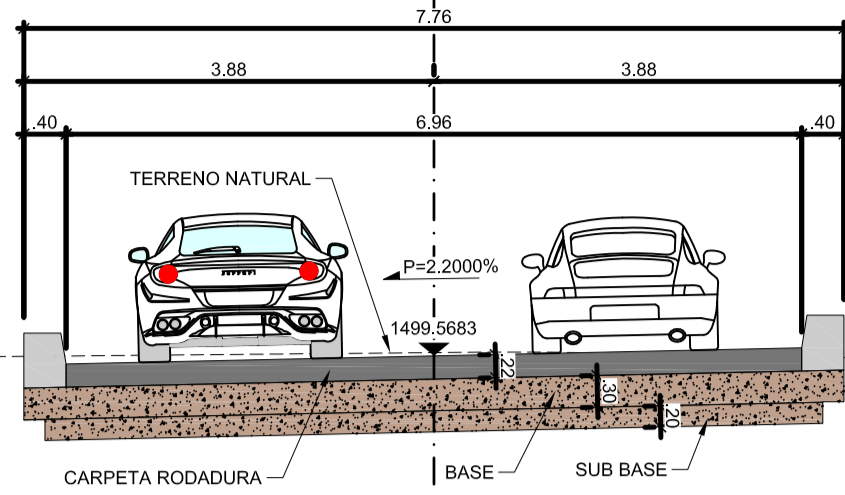
ESCALA: INDICADA	DIBUJADO: E. CUFUENTES Visto: E. CUFUENTES	PLANTA ARQUITECTONICA	Plano No.: 04/06 FECHA: 27-11-2020
---------------------	---	-----------------------	---

SELLO:

0+161.55

(1:50)

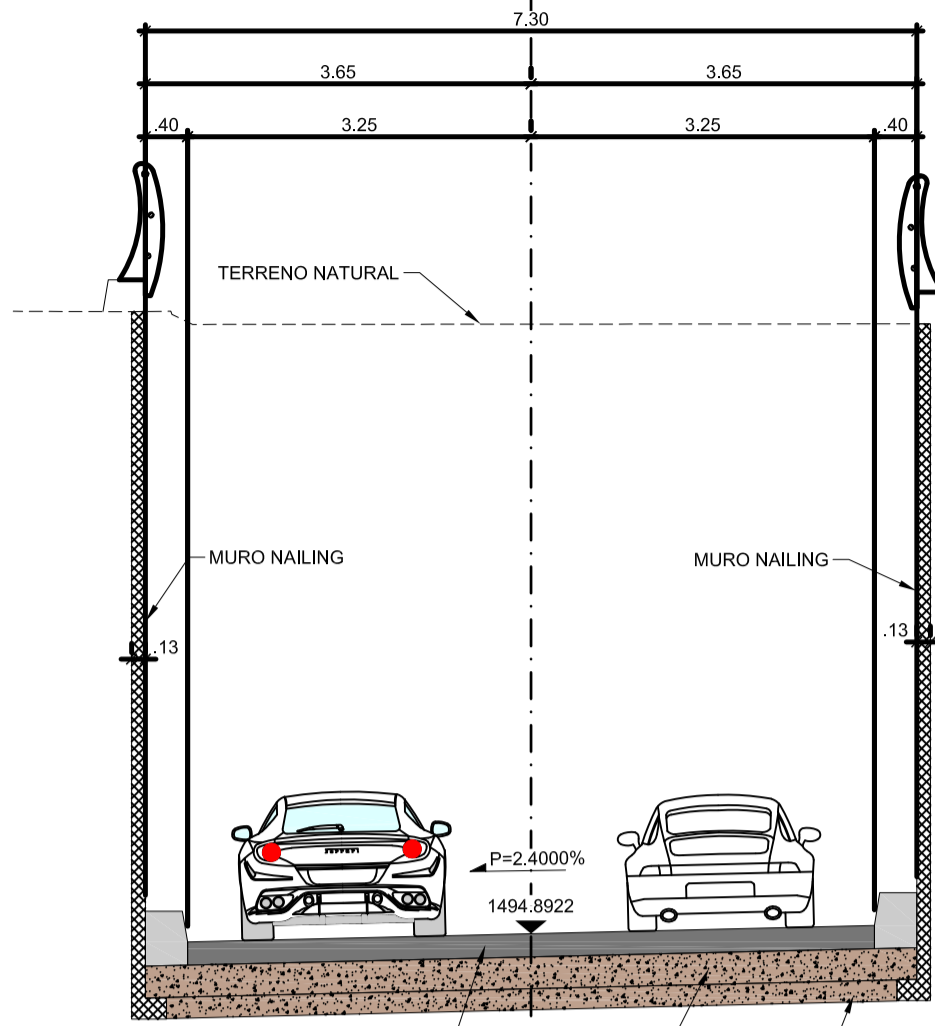
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+240.00

(1:50)

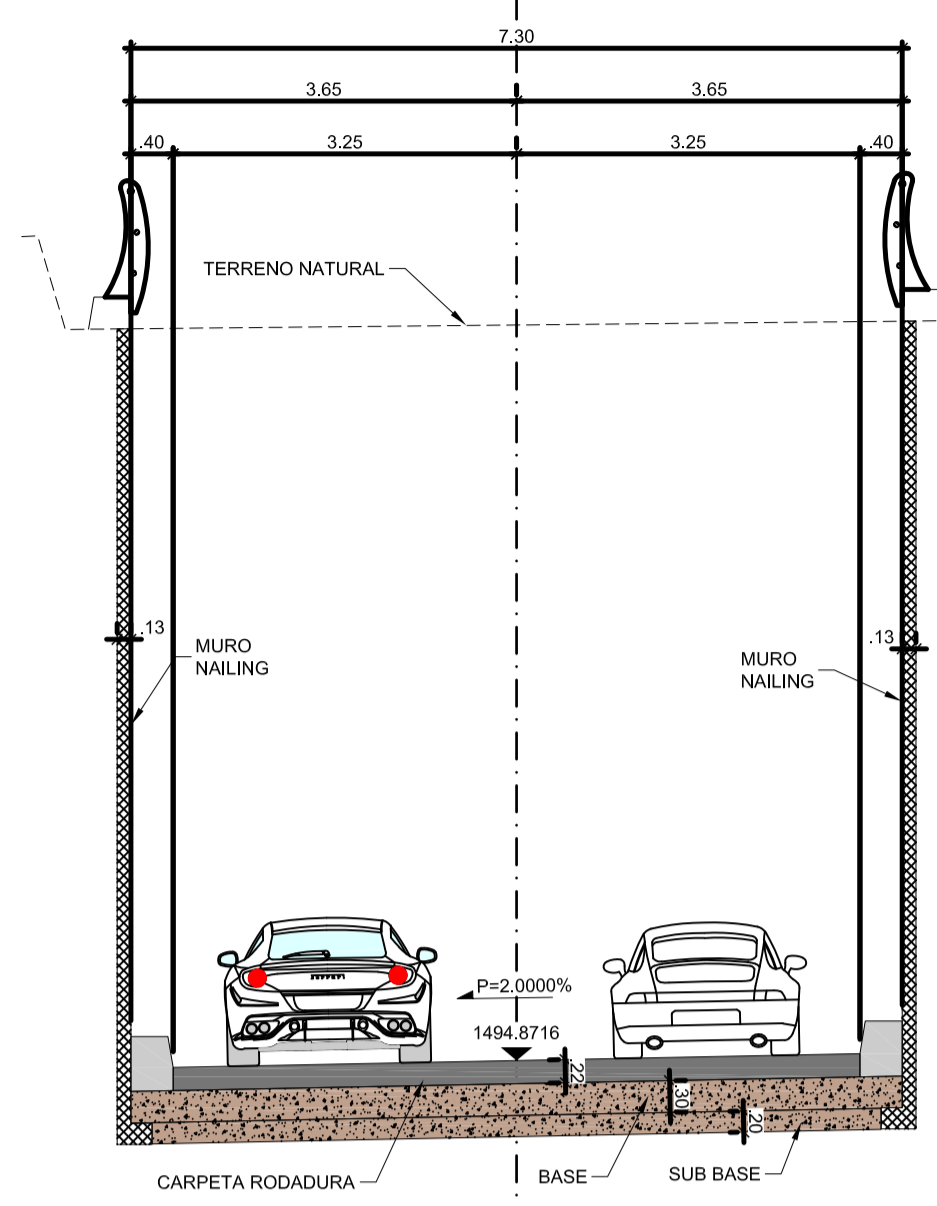
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+300.00

(1:50)

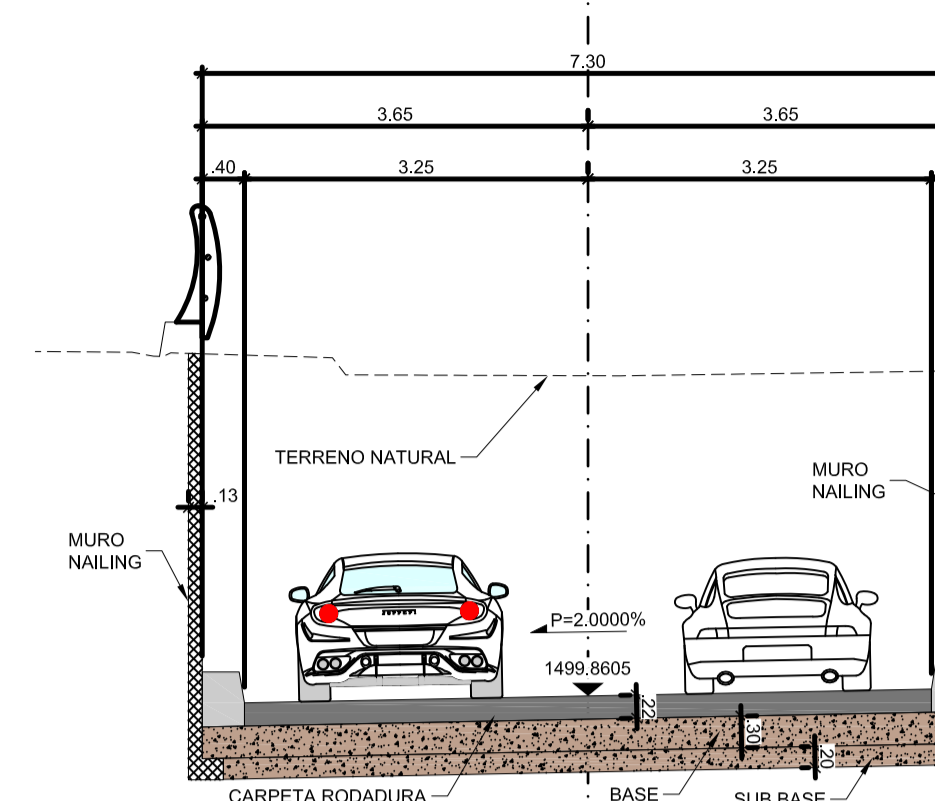
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+360.00

(1:50)

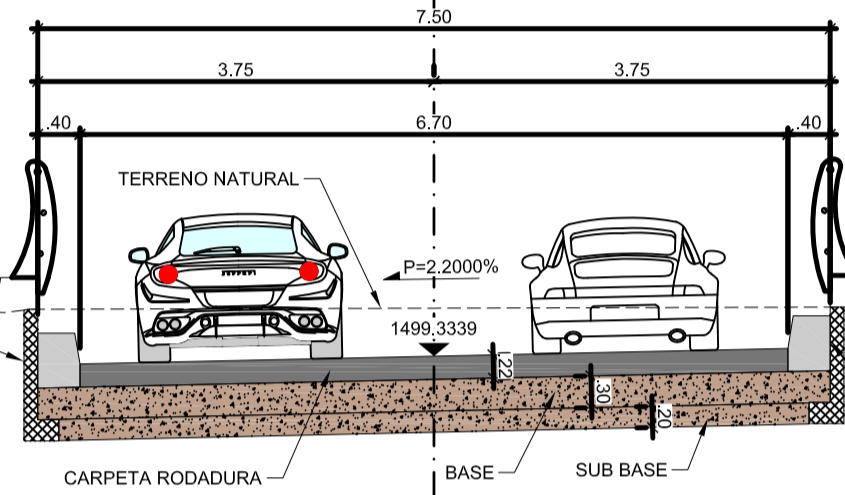
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+180.00

(1:50)

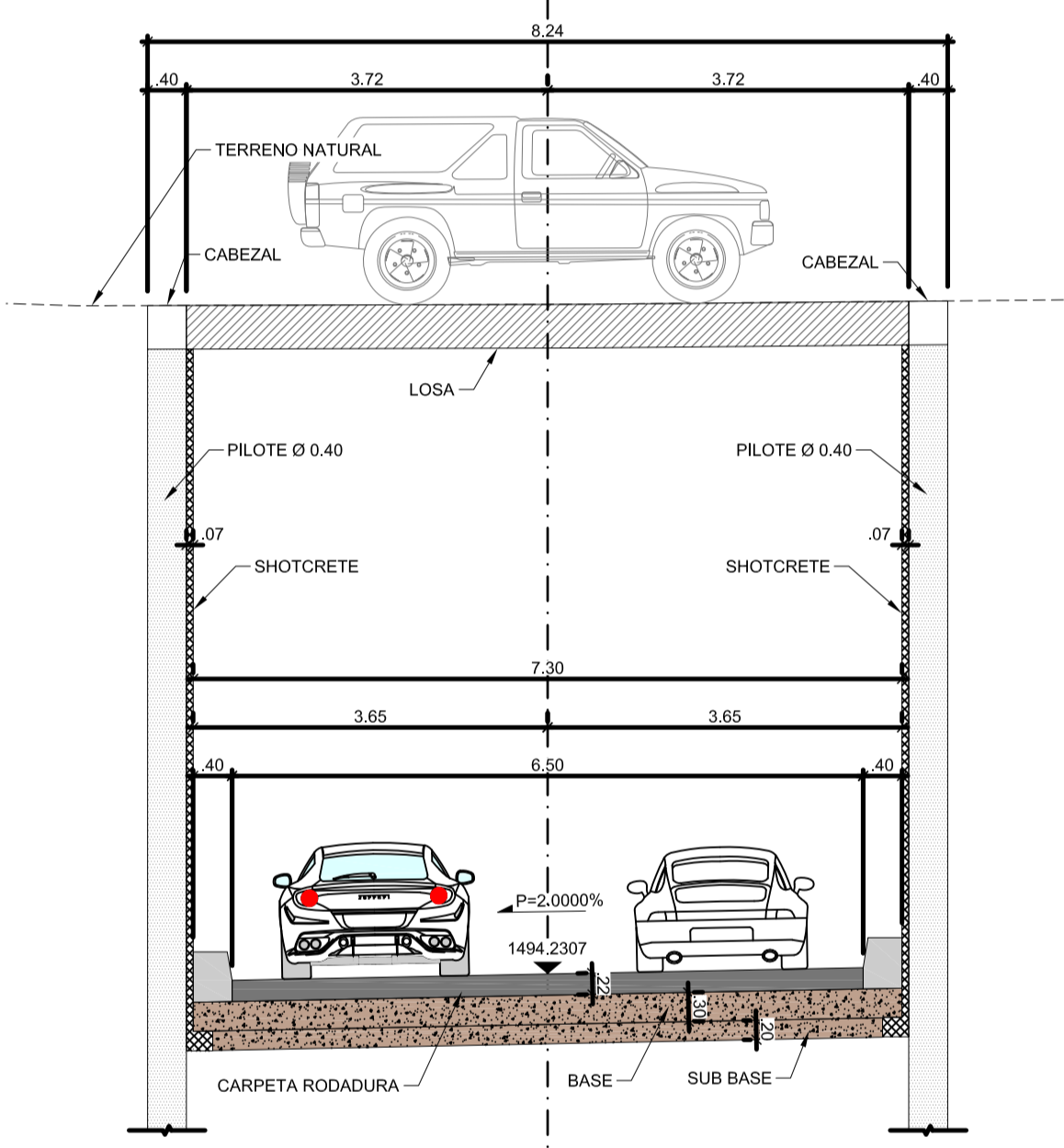
EJE 01 SUBTERRANEO



0+260.00

(1:50)

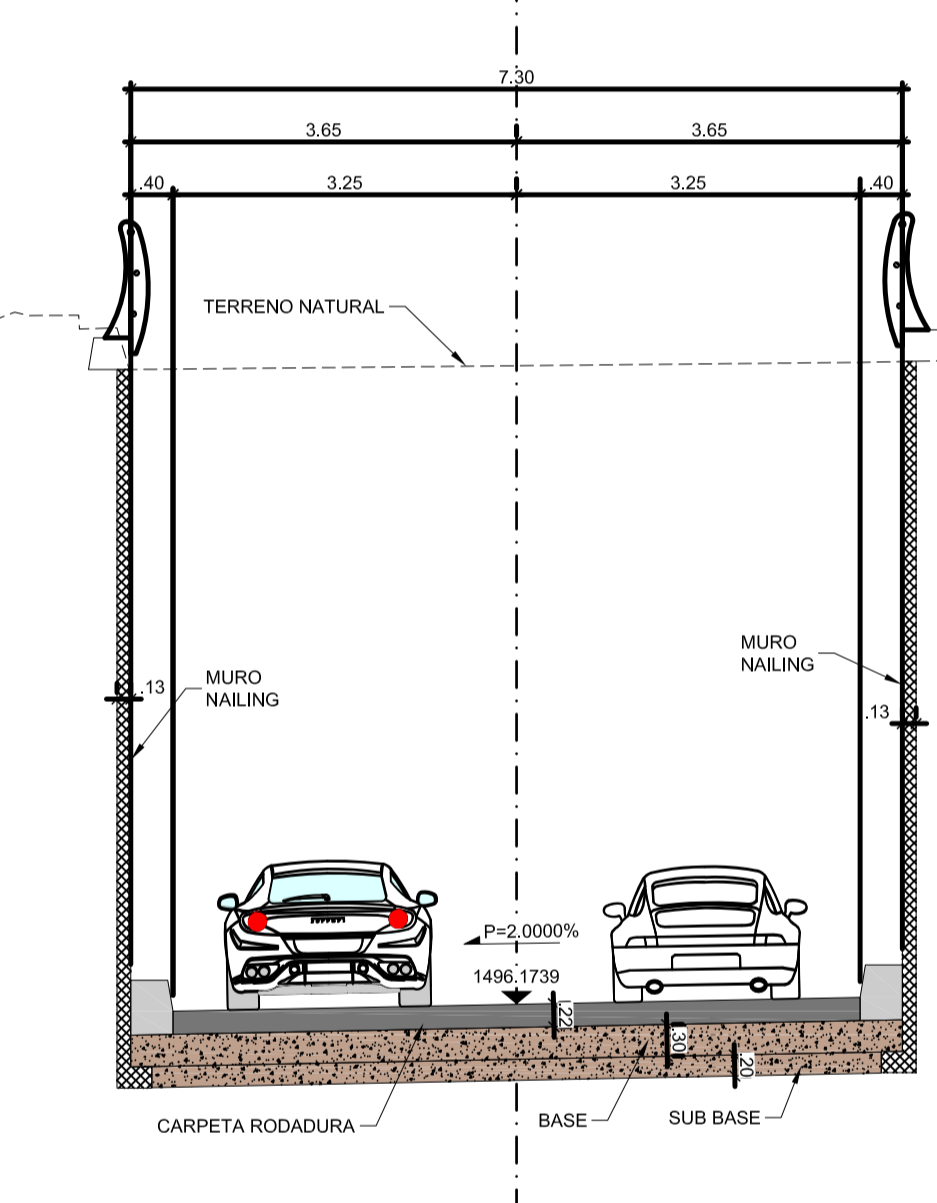
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+320.00

(1:50)

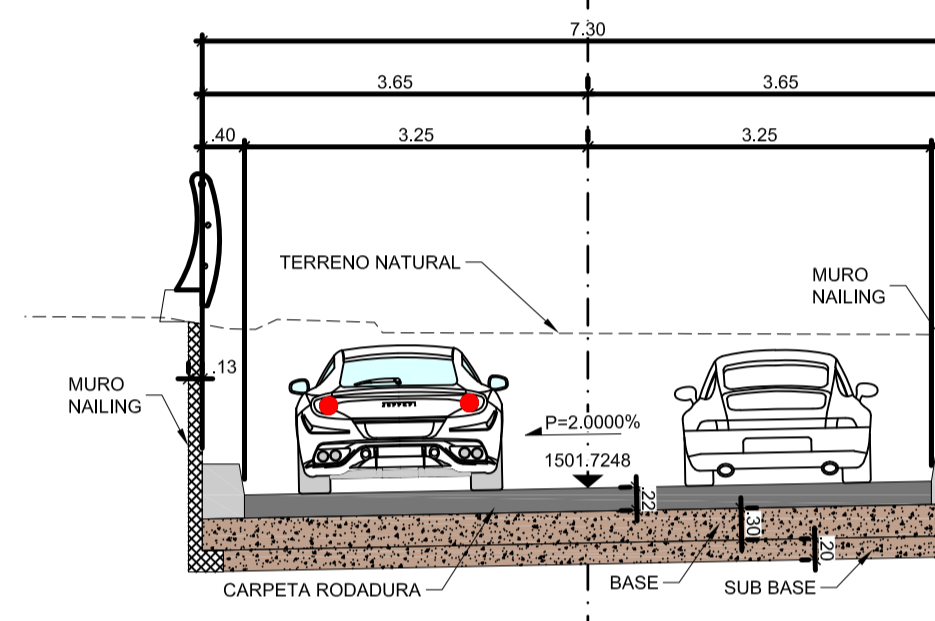
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+380.00

(1:50)

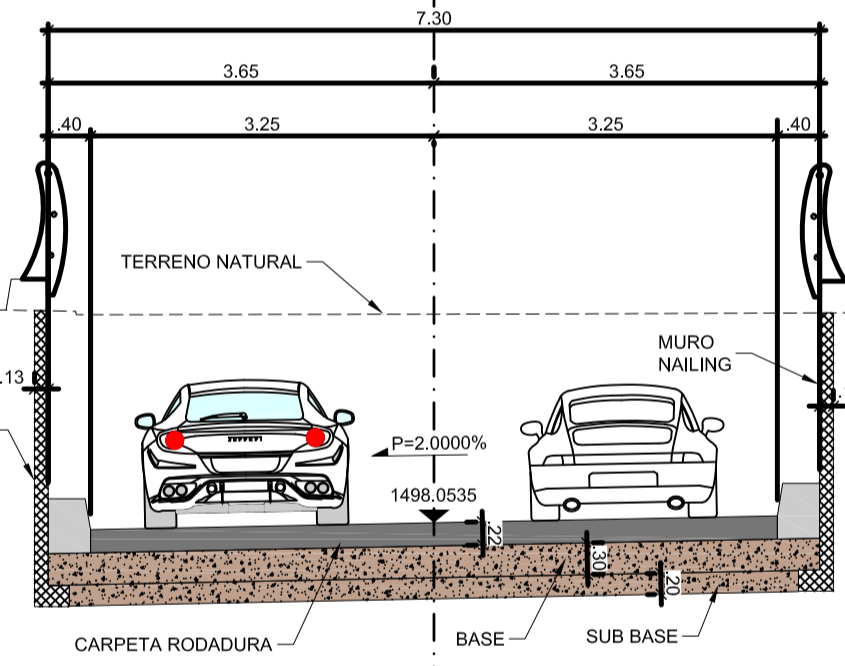
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+200.00

(1:50)

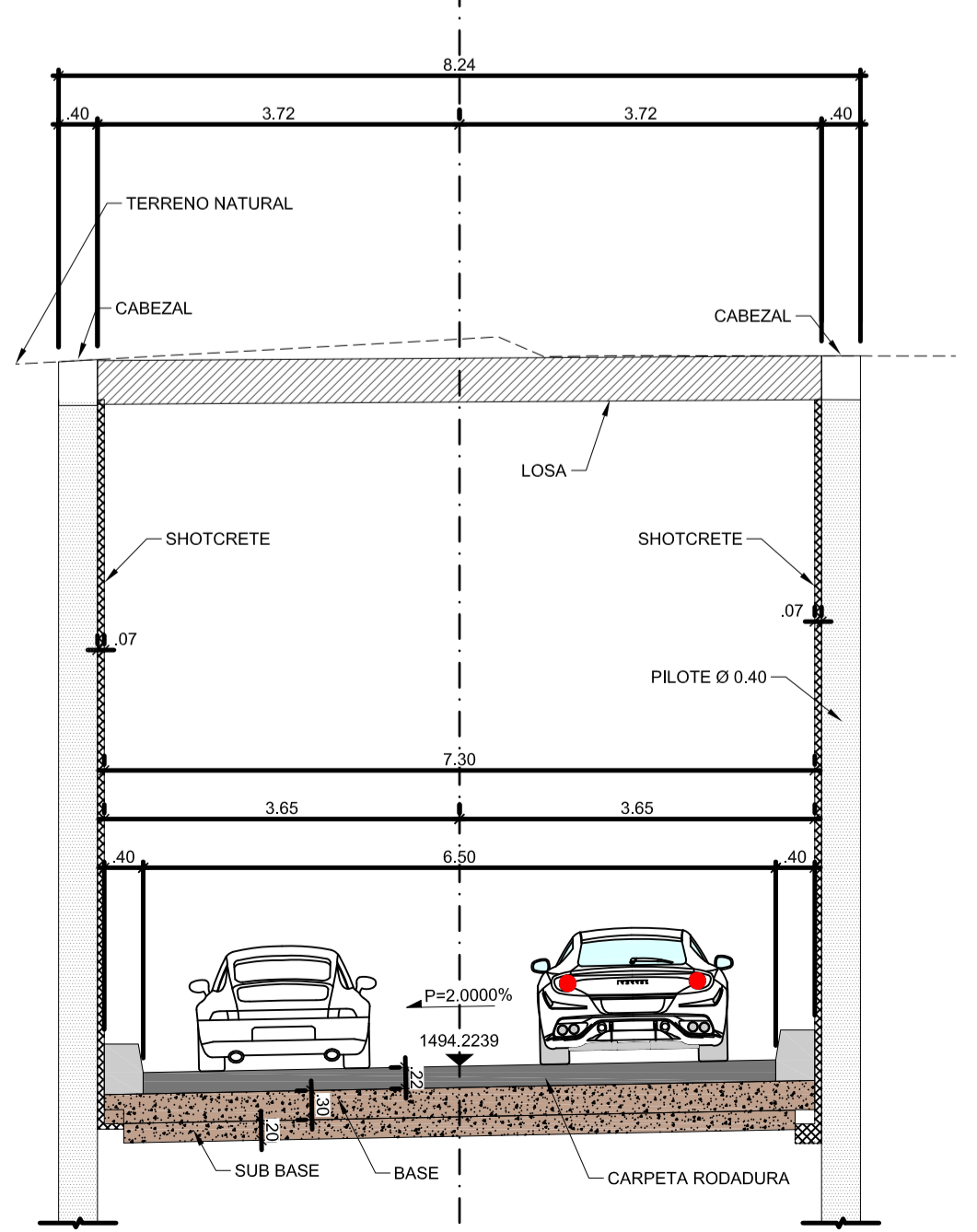
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+280.00

(1:50)

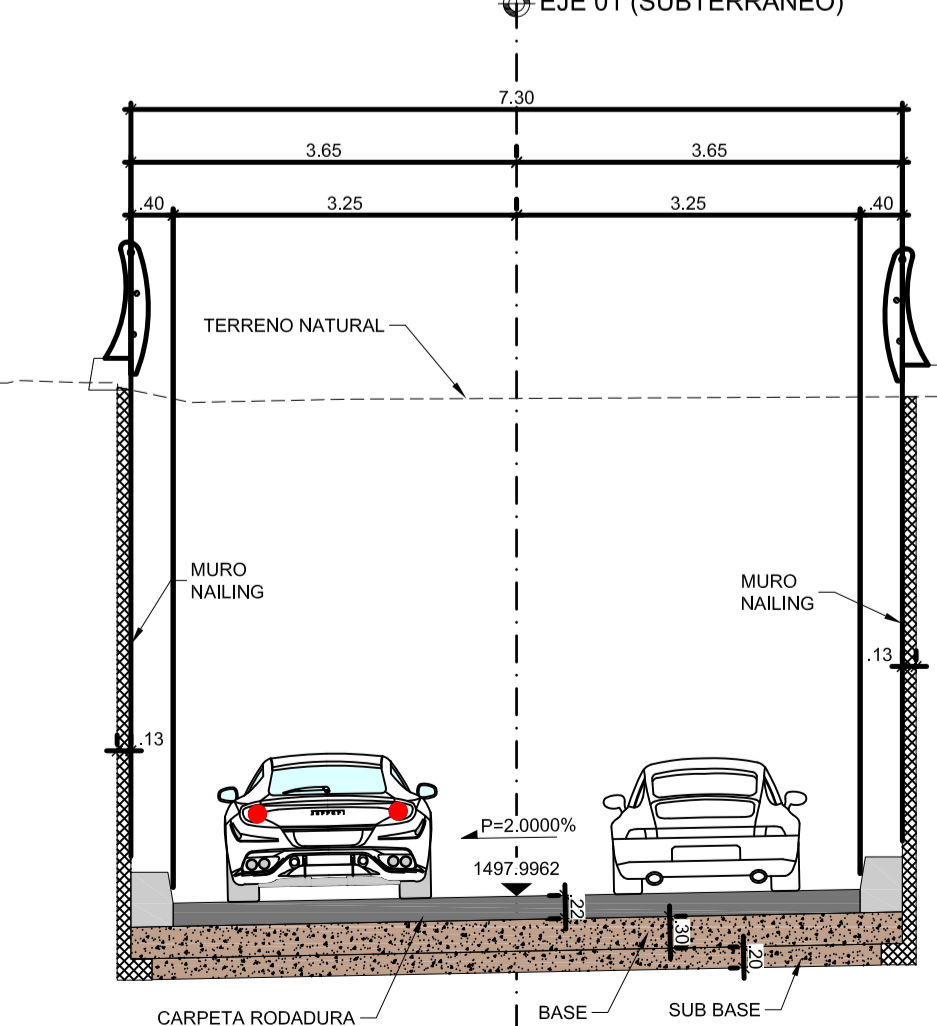
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+340.00

(1:50)

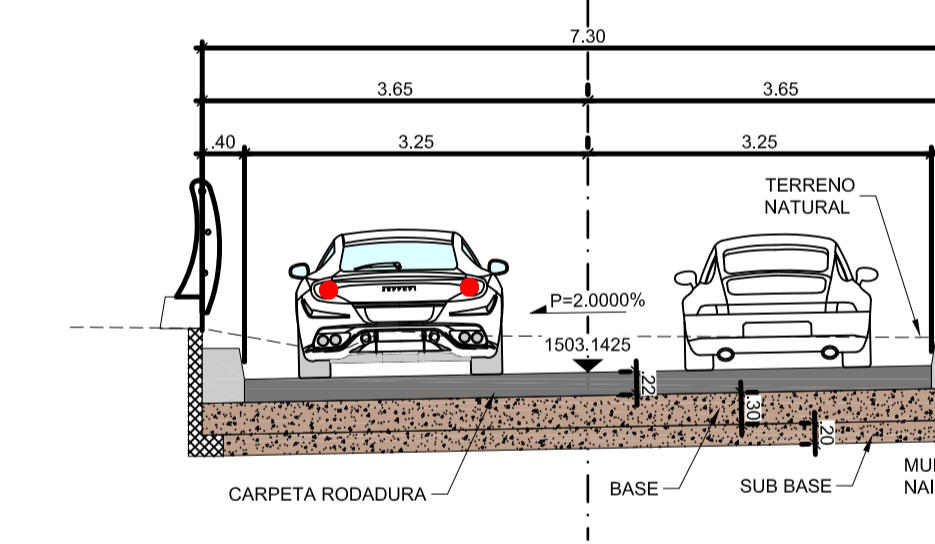
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+400.00

(1:50)

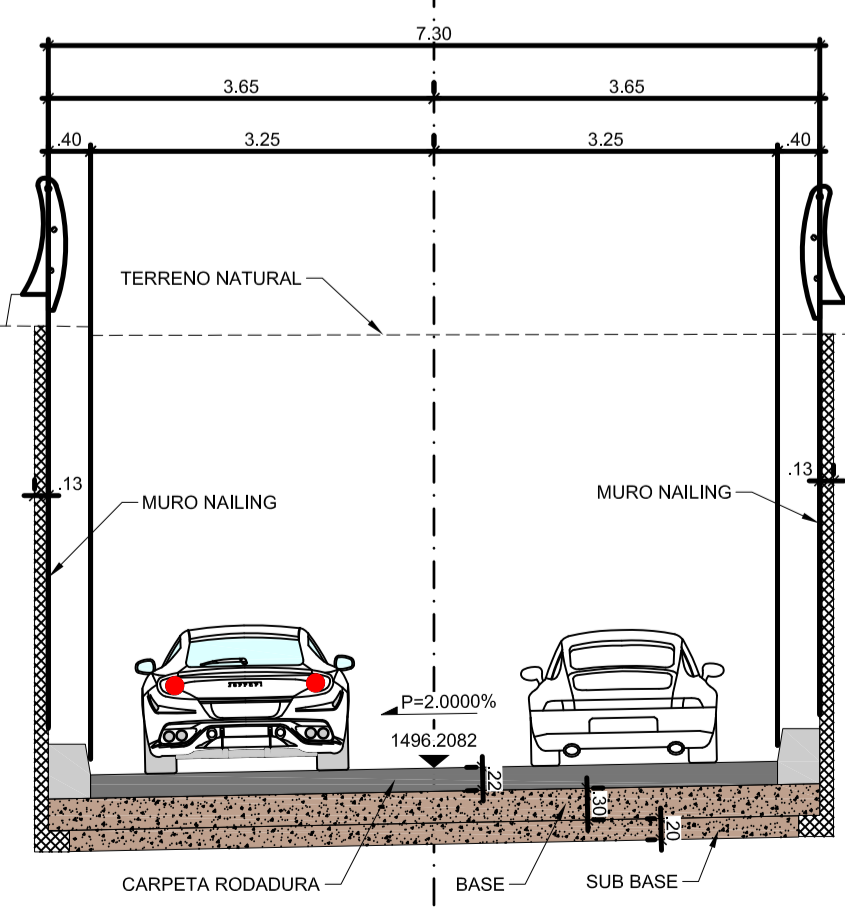
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+220.00

(1:50)

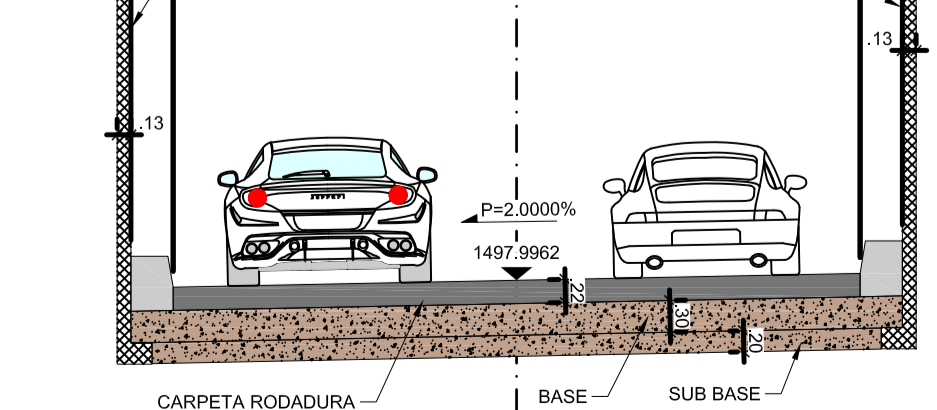
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+340.00

(1:50)

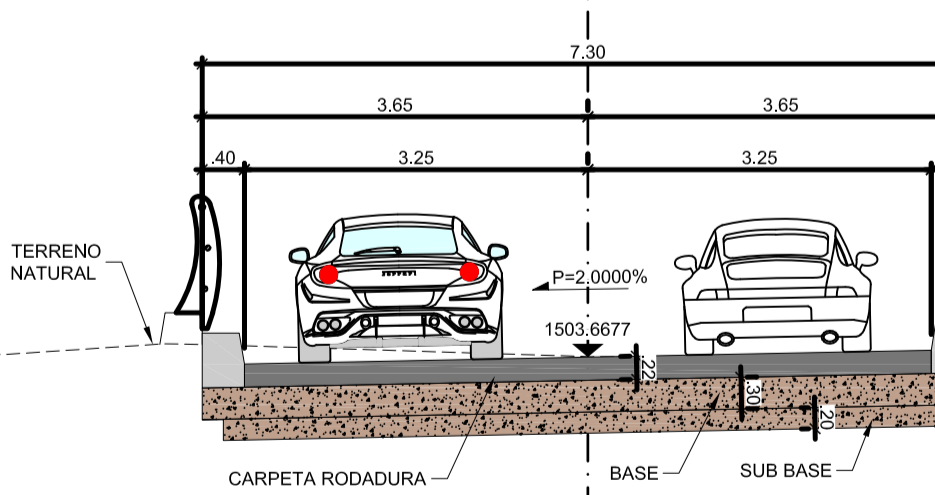
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+420.00

(1:50)

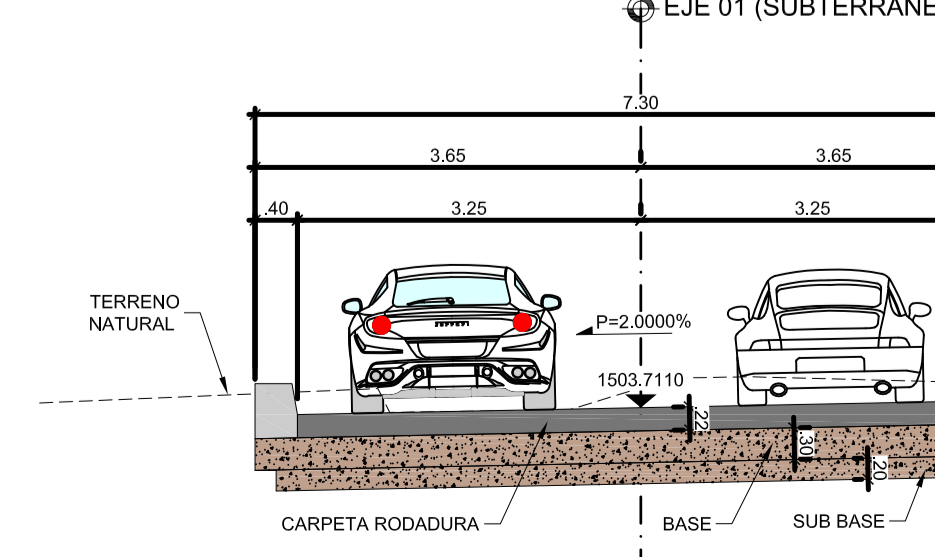
EJE 01 (SUBTERRANEO)



0+430.94

(1:50)

EJE 01 (SUBTERRANEO)

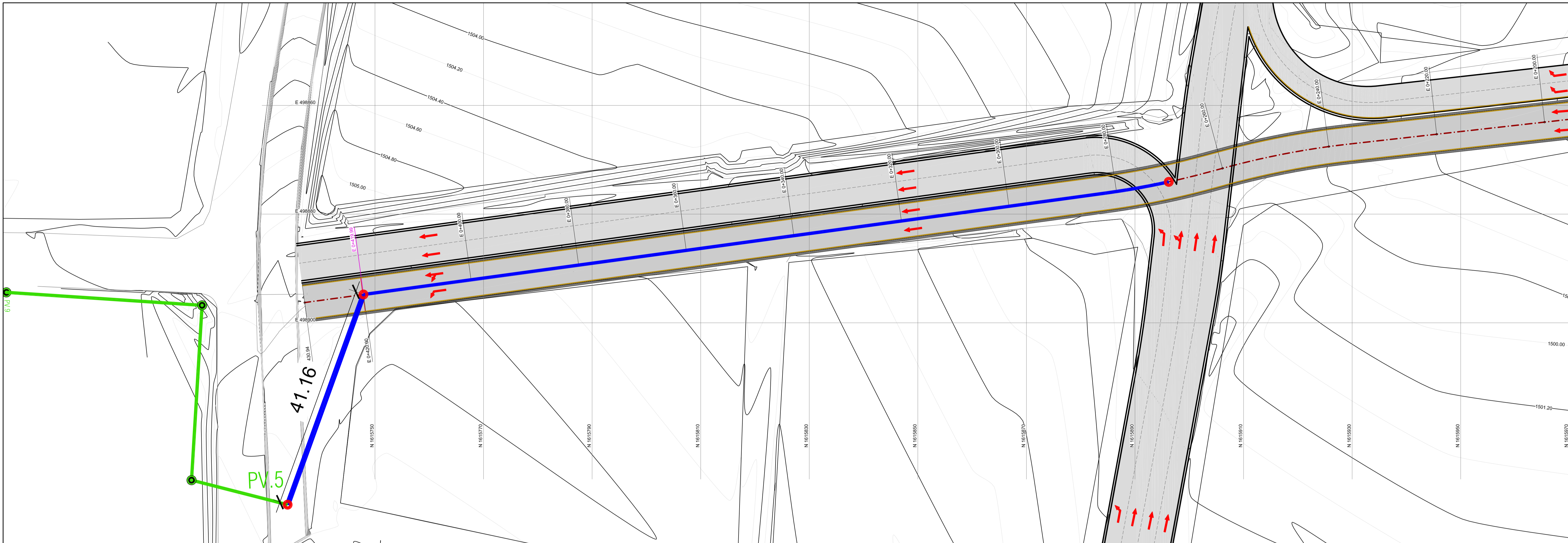


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA

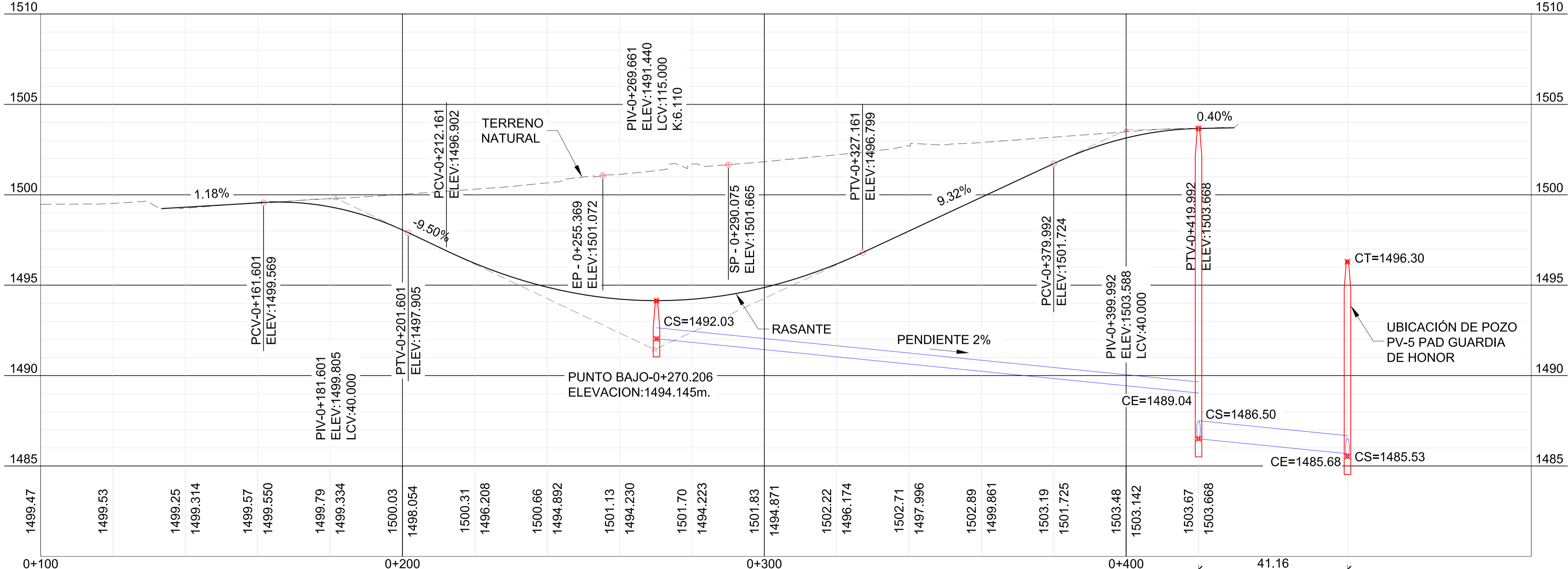
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES UBICACIÓN: 1era. CALLE y 6ta. AVENIDA, ZONA 10, GUATEMALA

ESCALA: DIBUJADO: E. CIFUENTES Vías: SECCIONES TRANSVERSALES Plano No.: 05/06 INDICADA: E. CIFUENTES Vías: SECCIONES TRANSVERSALES FECHA: 27-11-2020 SELLO:



CONEXIÓN DE DRENAJE A PAD GUARDIA DE HONOR

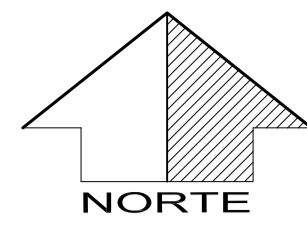
ESCALA: (1:250)



PERFIL CONEXIÓN DE DRENAJE A PAD GUARDIA DE HONOR

ESCALA H: (1:500)
ESCALA V: (1:100)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISTRIBUIDOR VIAL EN INTERSECCIÓN DE PRIMERA CALLE Y SEXTA AVENIDA, ZONA 10, CIUDAD DE GUATEMALA			
PLANO DE: CONEXIÓN DE DRENAJE		UBICACIÓN: 1era. CALLE y 6ta. AVENIDA, ZONA 10, GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	DIBUJADO: E. CUFENTES V. BARRIOS E. CUFENTES	CONEXIÓN DE DRENAJE A GUARDIA DE HONOR	Plano No.: 06/06 Fecha: 27-11-2020
SELLO:			



GUARDIA DE HONOR

ZONA 15

PARQUE

AREA DE CASAS

AREA DE CASAS

AREA DE CASAS

AREA DE CASAS

AREA DE CASAS

AREA DE CASAS

3A AVENIDA

HACIA HERRERA LLERANDI
6TA AVENIDA

7A AVENIDA

3ª CALLE

HACIA HERRERA LLERANDI
6TA AVENIDA

3ª CALLE A



CONTROL DE CAMBIOS Y MODIFICACIONES			
VERSION	FECHA	MODIFICACION	AUTORIZO
1.00	05 OCT '13	SE EMITE PLANO	E.C
2.00	14 DIC '15	APROCHE DE SALIDA + PILOTES LOSA 1	E.C



RODIO-swissboring Guatemala S.A.

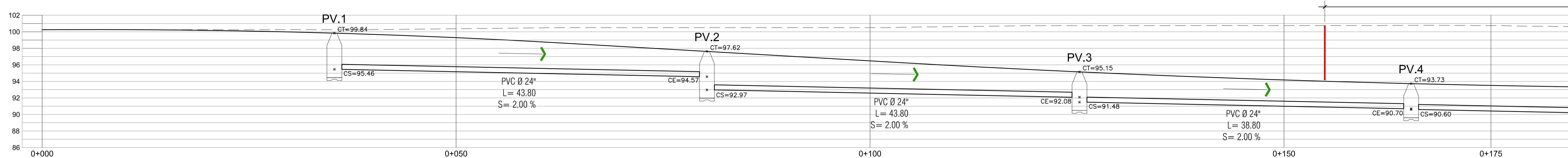
CLIENTE:
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

PROYECTO:
**PASO A DESNIVEL
GUARDIA DE HONOR**

PLANO DE: **PLANTA DE DRENAJES** UBICACION: **ZONA 10, GUATEMALA**

ESCALA:	DIBUJADO:	PLANO No.:	FECHA:
INDICADA	A. CARRERANO	9/16	14-12-2015
	Vo.Bo. E. CALZA	A1	Oferta No. 012138a-OC-GUA

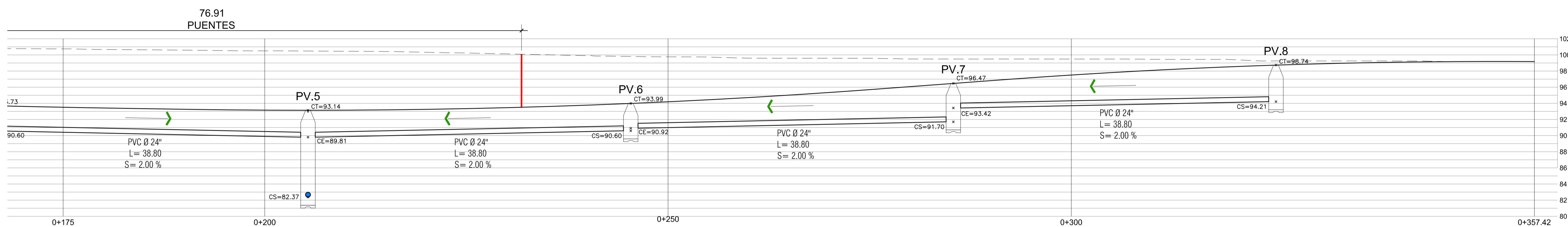
SELLO:



PERFIL DE DRENAJE PLUVIAL PASO A DESNIVELDE EST. 0+000 A 0+175



ESCALA 1:250



PERFIL DE DRENAJE PLUVIAL PASO A DESNIVELDE EST. 0+175 A 0+357.42



ESCALA 1:250

CONTROL DE CAMBIOS Y MODIFICACIONES			
VERSION	FECHA	MODIFICACION	AUTORIZO
1.00	05 OCT '13	SE EMITE PLANO	E.C
2.00	14 DIC '15	APROCHE DE SALIDA + PILOTES LOSA 1	E.C



RODIO-swissboring Guatemala S.A.

CLIENTE			
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA			
PROYECTO:			
PASO A DESNIVEL CONEXIÓN ZONA 5 – ZONA 10			
PLANO DE:		UBICACION:	
PERFIL DE DRENAJE PLUVIAL		ZONA 10, GUATEMALA	
ESCALA:	DIBUJADO:	PLANO No.:	FECHA:
INDICADA	A. CARRERDANO	10/16	14-12-2015
	Vo.Bo. E. CALZAS	A1	Oferta No. 012138a-OC-GUA

SELL:

PAD 1era Calle y 6ta Avenida Zona 10

